

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
(институт)

Строительные конструкции и управляемые системы
(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ С.В. Деордиев
подпись инициалы, фамилия

«_____» _____ 2016 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»,
профиль 08.03.01.01 «Промышленное и гражданское строительство»
код, наименование направления

Многофункциональный торговый комплекс в г. Калуга Калужской области
тема

Руководитель

подпись, дата

доцент, канд. техн. наук
должность, ученая степень

И.Я. Петухова
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

А.В. Шагольчина
инициалы, фамилия

Красноярск 2016

1.1 Характеристика объекта строительства

Объект строительства – многофункциональный торговый комплекс г. Калуга, Калужской области. Вид строительства – новое строительство.

Ситуационный план представлен на рисунке 1.1.

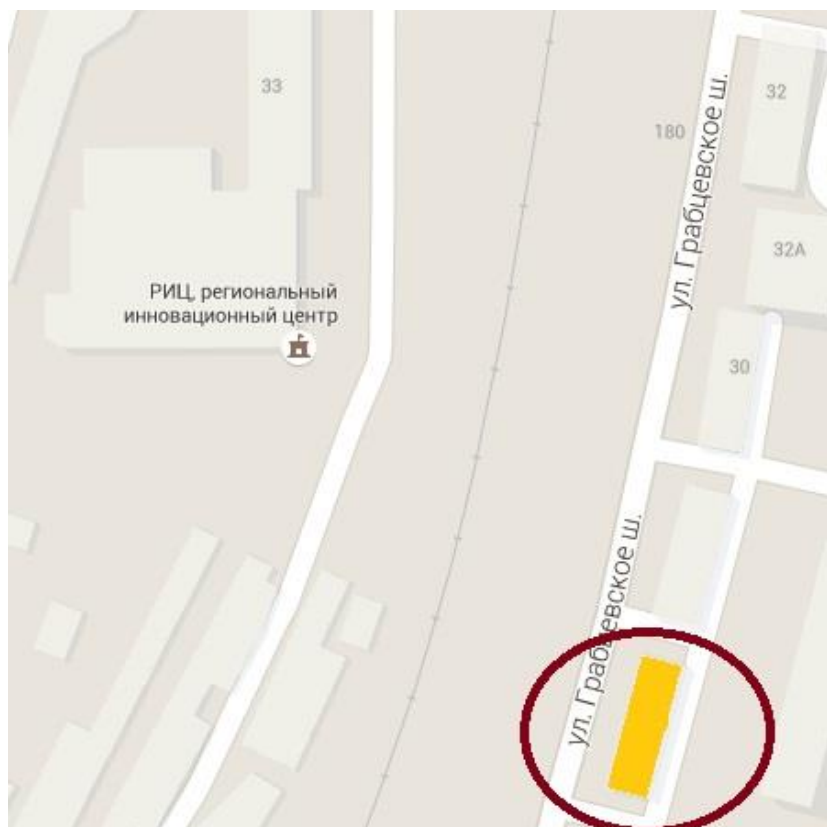


Рисунок 1.1 – Ситуационный план

1.2 Климатическая характеристика места строительства

Снеговой район – III согласно [3, прил. Ж, карта 1].

Расчетное значение веса снегового покрова – 1,8 кПа согласно [3, табл. 10.1].

Ветровой район – I согласно [3, прил. Ж, карта 3].

Нормативное значение ветрового давления – 0,23 кПа согласно [3, табл. 11.1].

Сейсмичность района – 6 баллов согласно [3].

Зона влажности: нормальная согласно [3, прил. В].

Глубина сезонного промерзания – 1,34 м согласно [16, прил. В].

Температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98 – минус 30 °С согласно [3].

Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С: $z_{от} = 210$ сут. согласно [3, табл. 3.1].

Средняя температура наружного воздуха отопительного периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{от}} = -2,9^{\circ}\text{C}$ согласно [3, табл. 3.1].

Климат района строительства – умеренно- континентальный. Наиболее холодный месяц – январь, среднемесячная температура воздуха составляет минус 12. Число дней в году с температурой ниже 0°C колеблется от 215 до 220. Самый жаркий месяц – июль, среднемесячная температура воздуха составляет $17,5^{\circ}\text{C}$.

1.3 Объемно - планировочное решение

Многофункциональный торговый комплекс каркасного типа, выполненный из металлоконструкций. Вертикальными несущими элементами являются стальные колонны. Крайние колонны запроектированы из двутавров № 40 К2, средние – из двутавров № 40Ш 2. Конструкция покрытия состоит из прогонов, ферм, второстепенных балок, покрытие выполнено из профилированного стального настила марки Н75–750–0,8, по которому укладываются пароизоляция ТехноНИКОЛЬ, утеплитель ТЕХНОРУФ В60 и мембрана LOGICROOF V-RP.

Ограждающими конструкциями служат сэндвич – панели марки Н75 – 750 – 0,8 с утеплителем минераловата Rockwood.

Проектируемый торговый комплекс имеет в плане прямоугольную форму, состоящий из двух блоков, разделенных деформационным швом.

Размеры здания в осях 1 – 13 – 98,4 м, в осях А – Р – 90,9 м.

Высота здания – 10,3 м.

Высота до низа подстропильных ферм 8,1 м;

Высота до низа стропильных ферм 8,37 м;

Высота одного этажа – 4,3 м.

Количество этажей – 2.

Конфигурация здания, его архитектурное решение и планировочная организация территории выполнены с учетом окружающей застройки, существующих транспортных и пешеходных связей.

Технические решения, принятые в рабочих чертежах, соответствуют требованиям санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации и обеспечивают безопасную для людей эксплуатацию объекта.

Технико – экономические показатели

Площадь застройки – $21245,97 \text{ м}^2$.

Общая площадь здания – $18324,57 \text{ м}^2$.

Строительный объем здания – $170467,48 \text{ м}^3$.

Уровень ответственности здания – нормальный (КС-2) согласно [5].

Класс конструктивной пожарной опасности – С0 согласно [6].

Степень огнестойкости здания – II согласно [6].

Класс функциональной пожарной опасности – Ф 3.1 согласно [6].

1.4 Теплотехнический расчет

1.4.1 Теплотехнический расчет стены

Состав наружной стены представлен на рисунке 1.2. Теплофизические характеристики материалов представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Теплотехнические показатели материалов

Номер слоя	Наименование	Толщина слоя δ , м	Плотность материала γ , кг/м	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м*С)
1	Профилированный лист НС75–750–0,8 оцинкованная сталь	0,0008	7850	0,58
2	Минеральная вата Rockwood	x	90	0,038
3	Профилированный лист НС75–750–0,8 оцинкованная сталь	0,0008	7850	0,58

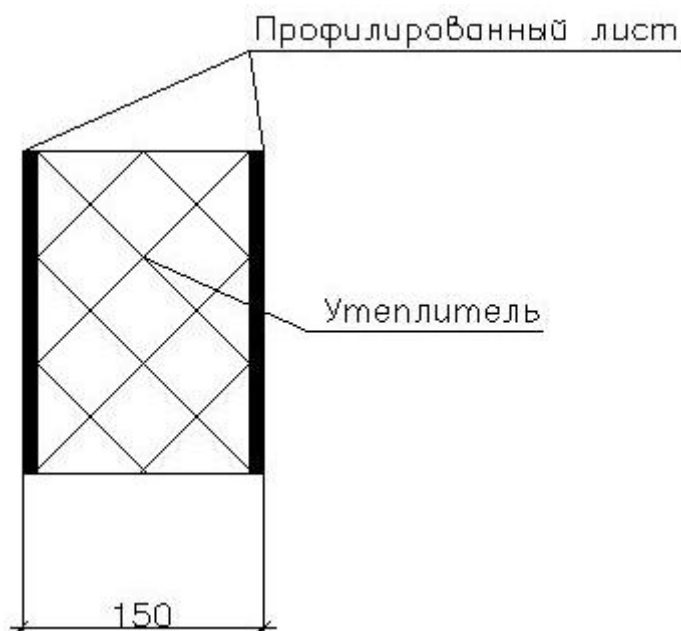


Рисунок 1.2 – Состав наружной стены

Расчеты производятся согласно требованиям [4].

Градусо-сутки отопительного периода ГСОП, °С·сут, определяется по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от.пер.}}) \cdot z_{\text{от.пер.}}, \quad (1.4.1)$$

где t_{ht} – средняя температура наружного воздуха, для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С;

$t_{\text{в}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха;

z_{ht} – продолжительность отопительного периода;

t_{ext} – температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки;

t_{int} – оптимальная расчетная температура воздуха внутри помещения;

ϕ_{int} – относительная влажность внутреннего воздуха, из условия не выпадения конденсата на внутренних поверхностях наружных ограждений.

Принимаем: $t_{\text{ht}} = -2,9$ °С; $t_{\text{в}} = 21$ °С; $z_{\text{ht}} = 210$ сут.; $t_{\text{ext}} = -30$ °С;

$\phi_{\text{int}} = 55\%$.

Подставляем в формулу (1.4.1), получаем

$$\text{ГСОП} = (21 + 2,9) \cdot 210 = 5019 \text{ °С} \cdot \text{сут.}$$

Требуемое сопротивление теплопередаче стены $R_0^{\text{мп}}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{°С}$)/Вт, определяется по формуле

$$R_0^{\text{мп}} = \alpha \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (1.4.2)$$

где α, b – коэффициенты для соответствующих групп зданий согласно [4, табл. 3];

ГСОП – то же, что и в формуле (1.4.1).

Принимаем: $\alpha = 0,0002$; $b = 1,2$; ГСОП = 5019 °С·сут.

Подставляем в формулу (1.4.2), получаем

$$R_0^{\text{мп}} = 0,0002 \cdot 5019 + 1,2 = 2,24 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}.$$

Поскольку населенный пункт Калуга относится к зоне влажности нормальной, при этом влажностный режим помещения – нормальный, то, согласно [4, табл. 3], теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации А.

Принимаем утеплитель минеральная вата Rockwood

$\lambda_2 = 0,038$ Вт/(м · °С), $\delta_{\text{ут}} = 150$ мм.

Условное сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{усл}}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{°С}$)/Вт, определяется по формуле

$$R_0^{\text{усл}} = 1/\alpha_{\text{int}} + \delta_{\text{n}}/\lambda_{\text{n}} + 1/\alpha_{\text{ext}}, \quad (1.4.3)$$

где α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°C) согласно [4, табл. 3];

α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкций для условий холодного периода согласно [4, табл. 6];

λ_n – коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/(м · °C).

Принимаем: $\alpha_{в,} = 8,7$ Вт/(м²·°C); $\alpha_{н} = 23$ Вт/(м²·°C); $\lambda_2 = 0,038$ Вт/(м·°C)

Подставляем в формулу (1.4.3), получаем

$$R_0^{ysl} = 1/8,7 + 0,15/0,038 + 1/23 = 4,1 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт.}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{пр}$, (м²°C/Вт), определяется по формуле

$$R_0^{пр} = R_0^{ysl} \cdot r, \quad (1.4.4)$$

где r – коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений.

R_0^{ysl} – то же, что и в формуле (1.4.3).

Принимаем: $r = 0,92$; $R_0^{ysl} = 4,1$ (м²°C)/Вт.

Подставляем в формулу (1.4.4), получаем

$$R_0^{пр} = 4,1 \cdot 0,92 = 3,77 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт.}$$

$$R_0^{пр} = 3,77 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} > R_0^{тр} = 2,24 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} .$$

Принятая толщина утеплителя 150 мм удовлетворяет требуемое сопротивление теплопередаче.

1.4.2 Теплотехнический расчет покрытия

Состав материалов покрытия представлен на рисунке 1.3. Теплофизические характеристики материалов представлены в таблице 1.2.

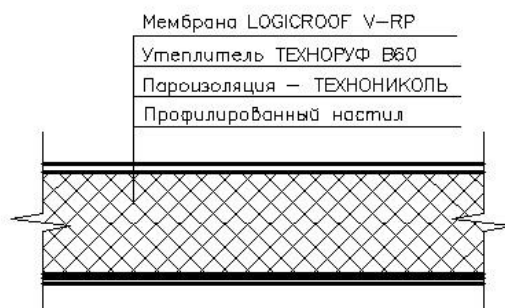


Рисунок 1.3 – Состав материалов кровли

Таблица 1.2 - Теплотехнические показатели материалов

Номер слоя	Наименование	Толщина слоя δ , м	Плотность материала γ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м ² · °С)
1	Мембрана LOGICROOF V-RP	0,012	—	—
2	Утеплитель ТЕХНОРУФ В60	х	35	0,03
3	Пароизоляция ТехноНИКОЛЬ	0,001	—	—
4	Профнастил Н75-750-0,8	0,0008	7850	0,58

Градусо-сутки отопительного периода ГСОП, °С·сут, определяется по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от.пер.}}) Z_{\text{от.пер.}}, \quad (1.4.5)$$

где $t_{\text{от.пер.}}$ – средняя температура наружного воздуха, для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С;

$t_{\text{в}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха;

$Z_{\text{от.пер.}}$ – продолжительность отопительного периода;

Принимаем: $t_{\text{от.пер.}} = - 2,9 \text{ °С}$; $t_{\text{в}} = 21 \text{ °С}$; $Z_{\text{от.пер.}} = 210 \text{ сут.}$

Подставляем в формулу (1.4.5), получаем

$$\text{ГСОП} = (21+2,9) \cdot 210 = 5019 \text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.}$$

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции $R_0^{\text{тп}}$, $(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$, определяется по формуле

$$R_0^{\text{тп}} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (1.4.6)$$

где a , b – коэффициенты для соответствующих групп зданий согласно [4, табл. 3];

ГСОП – то же, что и в формуле (1.4.5).

Принимаем: $a = 0,00035$; $b = 1,6$; $\text{ГСОП} = 5019 \text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.}$

Подставляем в формулу (1.4.6), получаем

$$R_0^{\text{тп}} = 0,00035 \cdot 5019 + 1,6 = 3,36 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт.}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции $R_0^{\text{пр}}$, $(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$, определяется по формуле

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} + \frac{\delta_3}{\lambda_2} + \frac{\delta_4}{\lambda_3}, \quad (1.4.7)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ согласно [4, табл. 3];

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкций для условий холодного периода согласно [4, табл. 6];

λ_2 – коэффициент теплопроводности утеплителя, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$.

λ_3 – коэффициент теплопроводности профилированного стального настила, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Принимаем: $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$; $\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$; $\lambda_2 = 0,03 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$; $\lambda_3 = 0,03 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Подставляем в формулу (1.4.7), получаем

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{x}{0,03} + \frac{0,0008}{0,58}.$$

$$\text{Отсюда } x = (3,36 - 0,115 - 0,043 - 0,002) \cdot 0,03 = 0,125 \text{ м} \approx 200 \text{ мм}$$

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,125}{0,03} + \frac{0,0008}{0,58} = 4,39 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

$$R_0^{\text{пр}} = 4,33 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт} > R_0^{\text{тп}} = 3,36 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт.}$$

Принятая толщина утеплителя 200 мм удовлетворяет требуемое сопротивление теплопередаче.

План первого этажа

Экспликация полов

Номер помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола	Площадь, м²
1	2	3	4	5
Лестничная клетка				
Коридор, лестничная площадка	1		— Покрытие — наливное полиуретановое ПРАСПАН СТАНДАРТ-2 мм — Стяжка из ЦПР М150, армированная сеткой 4Ср Вр1-200/Вр1-200-77 мм — Ж/Б плита основания-150 мм	2360,13
1 этаж				
Санузлы, душевые	2		— Покрытие — керамическая плитка ГОСТ 6787-90 на клею — 10 мм — Гидроизоляция обмазочная пипа "АКВАСТОП" А40 — Стяжка из цементно-песчаного р-ра М100 армированная сеткой — 50 мм — Полиэтиленовая пленка 20МК (ГОСТ 10354-82*) — Утеплитель — пеноплекс 35 ТУ 5767-006-56925804-2007-30 мм — Выравнивающая стяжка — 10 мм — Железобетонная плита — 150 мм	128,78
Помещения для персонала, кабинеты, склады	3		— Покрытие — линолеум — 5 мм — Стяжка из цементно-песчаного р-ра М100, армированная базальтопластиковой сеткой — 40 мм — Утеплитель — пеноплекс 35 ТУ 5767-006-56925804-2007-30 мм — Железобетонная плита — 150 мм	536,28
Торговая зона	4		— Покрытие — плитка керамическая морозоустойчивая с рифленой поверхностью на клею — 15 мм — Стяжка из цементно-песчаного раствора М150 — 20 мм — Железобетонная плита — 150 мм	7436,9

Спецификация заполнения дверных проемов

Марка, позиция	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса, ед. кг	Примечания
1	ГОСТ 23747-2014	ДАО21-18	2		
2	ГОСТ 23747-2014	ДАВ021-18	2		
3	ГОСТ 31173-2003	ДСН21-10	2		
4	ГОСТ 31173-2003	ДСН21-12	2		
5	ГОСТ 31173-2003	ДСВ21-12	2		
6	ГОСТ 6629-88	ДГ21-9	48		
7	ГОСТ 6629-88	ДГ21-7	24		
8	ГОСТ 6629-88	ДГ21-8	52		
9	ГОСТ 6629-88	ДГ21-16	3		
10	ГОСТ 351072-2005	ДТВ21-9	3		
11	ГОСТ 6629-88	ДГ21-10	25		

Спецификация заполнения оконных проемов

Марка, позиция	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса, ед. кг	Примечания
Окна					
ОК1	ГОСТ 30674-99	ОП В1 720х2175 (4М-8Аг-4М-8Аг-К4)	133		
ОК2	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1470х1460 (4М-8Аг-4М-8Аг-К4)	38		
ОК3	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1770х2755 (4М-8Аг-4М-8Аг-К4)	20		

1. За относительную отметку 0,000 м принята отметка уровня чистового пола первого этажа проектируемого объекта.
2. Вокруг проектируемого здания предусмотрена асфальтобетонная отмостка шириной 1500 мм с уклоном от здания не менее 3%.
3. Лист 1 читать совместно с листом 2.

БР-08.03.01.00.01 АР					
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Иск.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Пар.	Дата
Разработчик	Шенников А.В.				
Страница			Лист	Листов	

2.1 Конструктивное решение каркаса здания

Конструктивная схема здания – каркасного типа, выполненная из металлоконструкций и сформирована в соответствии с исходными данными и учетом технических, эксплуатационных и экономических требований, предъявляемых к каркасам зданий.

Климатический район строительства: по скоростному напору ветра – I, по весу снегового покрова – III согласно [3].

Температура наиболее холодной пятидневки района строительства с обеспеченностью 0,98 – 30 °С согласно [3].

Каркас здания состоит из двух блоков, разделенных между собой деформационным швом.

Размеры здания в осях 1 – 13 составляют 98,4 м, в осях А – Р – 90,9 м.

Покрытие состоит из стропильных ферм, устанавливаемых с шагом 4,06 м на 24,6 метровые подстропильные фермы, которые в свою очередь опираются на колонны через стальные надколонники.

Стропильные фермы запроектированы двухскатные с параллельными поясами с уклоном 3% и равномерной треугольной решеткой с нисходящими опорными раскосами.

Высота стропильной фермы по наружным граням поясов равна 1840 мм. Стропильная ферма имеет пролет 24,6 м.

Соединение элементов решетки с поясами ферм бесфасоночные.

Высота подстропильной фермы по наружным граням поясов равна 1760 мм.

При изготовлении стропильных и подстропильных ферм предусматривается допустимое отклонение от их номинальных длин, возможные зазоры между фермами и надколонниками на монтаже заполняются прокладками, которые должны поставляться комплектно с фермами.

Опирающие стропильные фермы на колонны и подстропильные фермы, а также опирающие подстропильные фермы на колонну – шарнирные.

Нижние пояса стропильных ферм раскрепляются вертикальными связями и распорками.

На верхние пояса стропильных ферм укладывается и крепится к нему профилированный настил, по которому укладывается утеплитель и рулонные покрытия.

Ограждающая конструкция выполнена из стального оцинкованного профилированного настила по ГОСТ 24045-94.

Соединения торцов настила осуществляется на поясах ферм установленных по осям колонн.

Надколонники запроектированы из широкополочных двутавров.

Все заводские соединения элементов стропильных и подстропильных ферм и надколонников сварные.

Поперечная жесткость каркаса обеспечивается поперечной рамой (жестким сопряжением колонн с фундаментами и ригелями по средним рядам колонн и шарнирным сопряжением по крайним рядам колонн.)

Компоновка конструктивной схемы каркаса включает постановку связей. Они предназначены для создания геометрически неизменяемой пространственной системы каркаса; восприятия ветровых нагрузок; обеспечения пространственной работы каркаса и проектного положения элементов каркаса в процессе монтажа.

Пространственная жесткость каркаса, а также обеспечение устойчивости колонн из плоскости поперечных рам в продольном направлении обеспечивается за счет вертикальных связей по осям А – Р и по осям 1 – 13, а также горизонтальными дисками монолитных перекрытий на несъемной опалубке на отметках +0.000, +4.300, а также горизонтальным жестким диском перекрытия, образуемым стальным профилированным настилом.

Профилированный настил марки, прикрепленный к прогонам самонарезающими болтами и соединенный между собой заклепками, образует сплошное полотнище, по которому укладываются пароизоляция ТехноНиколь, утеплитель ТЕХНОРУФ В60 и мембрана LOGICROOF V-RP.

Наружные стены выполнены из трехслойных стеновых панелей типа сэндвич марки Н75-750-0,8, в качестве утеплителя применяется минераловата Rockwood.

Крайние колонны запроектированы из колонных двутавров с параллельными гранями полок № 40К2, средние – из широкополочных двутавров № 40Ш2.

Фундаменты – столбчатые, выполненные из бетона В20.

Все заводские соединения – сварные, выполненные механизированной дуговой сваркой в среде углекислого газа (МДС CO_2), монтажные – на сварке и болтах М20 класса точности В.

Несущие конструкции запроектированы из стали С345 согласно [13].

2.2 Расчет прогона покрытия П2

2.2.1 Исходные данные

Конструктивная форма прогона – швеллер согласно ГОСТ 8240-97.

Шаг прогонов $b = 8,2$ м, пролет $l = 8,2$ м.

Статическая схема – балка шарнирно-опертая.

Уклон – 15%; угол наклона кровли $\alpha = 9^\circ$.

Материал прогонов – сталь С 345 согласно ГОСТ 27772-88*; группа конструкций 2, расчетная температура района строительства $t = - 30$ °С; показатели по ударной вязкости и химическому составу согласно [13, прил. В, табл. В.2 и В.3].

Расчетные характеристики стали согласно [13, прил. В]: $R_y = 320 \text{ Н/мм}^2$ при толщине проката от 2 до 20 мм включительно; $R_{\text{тн}} = 470 \text{ Н/мм}^2$; $R_s = 0,58 \cdot 320 = 185,6 \text{ Н/мм}^2$; $R_p = 459 \text{ Н/мм}^2$.

Коэффициент условий работы $\gamma_c = 1$ согласно [13, табл. 1].

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$ согласно [14].

Крепление прогонов к балкам настила – на болтах нормальной точности М20.

Вертикальный предельный прогиб прогона $f_u = 1/200$ согласно [14, прил. Е2].

2.2.2 Определение нагрузок

Постоянные нагрузки на 1 м^2 для расчета покрытия приведены в таблице 2.1 согласно теплотехническому расчету п. 1.5.1.

Таблица 2.1 – Нагрузки на прогон от веса элементов покрытия

Элементы покрытия	Нормативная нагрузка $q_{\text{но}}$, кН/м^2	γ_f	Расчетная нагрузка q , кН/м^2
Мембрана LOGICROOF V-RP	0,04	1,2	0,048
Утеплитель ТЕХНОРУФ В60	0,3	1,3	0,39
Утеплитель ТЕХНОРУФ Н30	0,4	1,3	0,52
Пароизоляция ТехноНИКОЛЬ	0,05	1,3	0,065
Профнастил	0,12	1,05	0,126
Собственный вес прогона	0,15	1,05	0,158
Итого	1,06	-	1,31

Постоянная нагрузка на прогон

Нормативная снеговая нагрузка s_n , кН/м^2 , определяется по формуле

$$S_n = S_o \cdot \mu, \quad (2.1)$$

где S_o - вес снегового покрова для Калуги,

$\mu = 1$, при $\alpha < 25^\circ$,

α – угол наклона кровли.

Принимаем: $s_o = 1 \text{ кН/м}^2$.

Подставляем в формулу (2.1), получаем

$$S_n = 1 \cdot 1 = 1 \text{ кН/м}^2.$$

Расчётная снеговая нагрузка

$$S_n = 1 \cdot 1,4 = 1,4 \text{ кН/м}^2.$$

Суммарная линейная нагрузка на прогон

Нормативная нагрузка q , кН/м^2 , при шаге прогонов $b = 8,2$ м, определяется по формуле

$$q = (q_n + S_n) \cdot b, \quad (2.2)$$

где S_n - нормативная снеговая нагрузка,

q_n - нормативная нагрузка,

b – шаг прогона.

Подставляем в формулу (2.2), получаем

$$q = (1,06 + 1) \cdot 8,2 = 16,89 \text{ кН/м}^2.$$

Расчётная нагрузка q , кН/м^2

$$q = (1,21 + 1,4) \cdot 8,2 = 22,22 \text{ кН/м}^2.$$

Опорная реакция прогона F_R , кН, определяется по формуле

$$F_R = q \cdot \frac{l}{2} \quad (2.3)$$

где q - расчётная нагрузка,

l – длина прогона.

$$F_R = 22,22 \cdot \frac{8,2}{2} = 91,1 \text{ кН}.$$

2.2.3 Определение усилий в элементах прогона

Расчетная схема прогона представлена на рисунке 2.1.

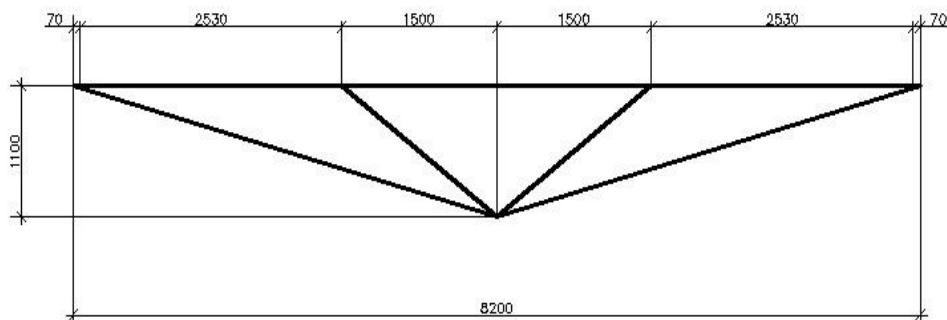


Рисунок 2.1 – Расчетная схема прогона

Статический расчёт прогона выполняем приближенным способом. Осевые усилия в элементах прогона определим в предположении шарнирности всех узлов, т.е как в обычной ферме. Моменты в верхнем поясе найдём как в трёхпролётной неразрезной балке. Усилия N_1 и N_2 определим из условия равновесия узла 1, вычислив предварительно углы α_1 и α_2 :
 $\alpha_1=9^\circ$; $\alpha_2=45^\circ$.

$$F_1 = q \cdot \frac{d_1}{2} = 22,22 \cdot \frac{2,53}{2} = 28,1 \text{ кН};$$

$$F_2 = q \cdot \frac{d_1+d_2}{2} = 22,22 \cdot (2,53 + 3)/2 = 24,99 \text{ кН};$$

$$N_1 = \frac{F_R - F_1}{\sin \alpha_1} = \frac{91,1 - 28,1}{0,16} = 393,75 \text{ кН};$$

$$N_2 = N_1 \cdot \cos \alpha_1 = 393,75 \cdot 0,99 = 389,81 \text{ кН}.$$

Усилие N_3 определим методом сечения

$$N_3 = \frac{(F_R + F_1) \cdot 6 - F_2 \cdot 2,25}{1,5} = \frac{(91,1 - 28,1) \cdot 6 - 24,99 \cdot 2,25}{1,5} = 214,51 \text{ кН}.$$

Из условия равновесия узла 2 определим усилие N_4 :

$$N_4 = \frac{N_2 - N_3}{\cos \alpha_2} = \frac{389,81 - 214,51}{0,71} = 246,9 \text{ кН}.$$

Для трёхпролётной симметричной неразрезной балки, имеющей постоянный момент инерции, изгибающие моменты на средних опорах

$$M_0 = - \frac{q \cdot (l_1^3 + l_2^3)}{4 \cdot (2 \cdot l_1 + 3 \cdot l_2)} = - \frac{22,22 \cdot (2,53^3 + 3^3)}{4 \cdot (2 \cdot 2,53 + 3 \cdot 3)} = -15,17 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Изгибающий момент в середине крайней панели

$$M_1 = \frac{q \cdot l_1^2}{8} - \frac{M_0}{2} = \frac{22,22 \cdot 2,53^3}{8} - \frac{(-15,17)}{2} = 21,64 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Изгибающий момент в средней панели

$$M_2 = \frac{q \cdot l_2^2}{8} - M_0 = \frac{22,22 \cdot 3^3}{8} - 15,17 = 9,83 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

2.2.4 Подбор сечения стержней прогона

Верхний пояс прогона работает на сжатие изгибом. Учитывая малую нагружённость элементов прогона, назначаем в первом приближении гибкость верхнего пояса $\gamma_x=100$ (в пределах 90...120).

Сечение верхнего пояса принимаем из двух швеллеров.

Принимаем прогон [18].

По сортаменту принимаем геометрические характеристики [18 согласно ГОСТ 27772-88*:

$$A = 20,7 \text{ см}^2; I_x = 1090 \text{ см}^4; I_y = 100 \text{ см}^4; W_x = 121 \text{ см}^3; W_y = 20,60 \text{ см}^3;$$

$$S_x = 70 \text{ см}^3; h = 180 \text{ мм}; b_f = 70 \text{ мм}; t_f = 8,7 \text{ мм}; t_w = 5,1 \text{ мм}; m = 16,30 \text{ кг/м}.$$

Геометрические характеристики принятого сечения:

$$A = 41,4 \text{ см}^2; I_x = 2180 \text{ см}^4; I_y = 200 \text{ см}^4; W_x = 242 \text{ см}^3; W_y = 41,2 \text{ см}^3;$$

$$i_x = 7,27 \text{ см}; p_x = W_x/A = 242/41,4 = 5,85 \text{ см}.$$

Проверим принятое сечение на прочность в месте действия максимального момента и нормальной силы (узел 2):

$$N_2 = 389,81 \text{ кН}; M_0 = -15,17 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$\gamma_c = 1 - \text{коэффициент условий работы}.$$

Условие прочности при упругой работе материала

$$\frac{N}{A R_y \gamma_c} + \frac{M}{W R_y \gamma_c} = \frac{389,81}{41,4 \cdot 32 \cdot 1} + \frac{1517}{242 \cdot 32} = 0,49 < 1.$$

Прочность обеспечена.

Проверка устойчивости верхнего пояса в плоскости действия момента.

Панель 1-2: $N_2 = 389,81 \text{ кН}$; $M_1 = 21,64 \text{ кН} \cdot \text{м}$ (максимальный момент в средней трети длины стержня, но не меньше $M_{\max}/2$)

$$\lambda_x = \frac{l_0}{i_x} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 253/7,26 \cdot \sqrt{\frac{32}{20600}} = 1,36;$$

$$m = \frac{M}{N_p} = \frac{1517}{389,81 \cdot 5,85} = 0,67;$$

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{7,0 \cdot 0,87}{16,3 \cdot 0,51} = 0,73;$$

$$\eta_{0,5} = (1,75 - 0,1 \cdot m) - 0,02 \cdot (5 - m) \cdot \lambda = (1,75 - 0,1 \cdot 0,67) - 0,02 \cdot (5 - 0,67) \cdot 1,36 = 1,565;$$

$$\eta_{1,0} = (1,9 - 0,1 \cdot m) - 0,02 \cdot (6 - m) \cdot 2,68 = (1,9 - 0,1 \cdot 0,67) - 0,02 \cdot (6 - 0,67) \cdot 2,68 = 1,547;$$

по интерполяции при $\frac{A_f}{A_w} = 0,73$, $\eta = 1,564$;

$$m_{ef} = m \cdot \eta = 0,67 \cdot 1,56 = 1,05; \quad \varphi_e = 0,333.$$

$$\frac{N}{A \varphi_e R_{y\gamma_c}} = \frac{389,81}{41,4 \cdot 0,333 \cdot 32 \cdot 1} = 0,93 < 1.$$

Устойчивость крайней панели обеспечена.

Панель 2-4: $N_3 = 214,51 \text{ кН}$; $M = 15,17/2 = 7,59 \text{ кН} \cdot \text{м}$;

$$\lambda = \frac{l_0}{i_x} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 300/7,26 \cdot \sqrt{\frac{32}{20600}} = 1,61;$$

$$m = \frac{M}{N_p} = \frac{759}{214,51 \cdot 5,85} = 0,6;$$

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{7,0 \cdot 0,87}{16,3 \cdot 0,51} = 0,73;$$

$$\eta_{0,5} = (1,75 - 0,1 \cdot m) - 0,02 \cdot (5 - m) \cdot \lambda = (1,75 - 0,1 \cdot 0,6) - 0,02 \cdot (5 - 0,6) \cdot 1,61 = 1,55;$$

$$\eta_{1,0} = (1,9 - 0,1 \cdot m) - 0,02 \cdot (6 - m) \cdot 2,68 = (1,9 - 0,1 \cdot 0,6) - 0,02 \cdot (6 - 0,6) \cdot 2,68 = 1,55;$$

по интерполяции при $\frac{A_f}{A_w} = 0,73$, $\eta = 1,55$;

$$m_{ef} = m \cdot \eta = 0,6 \cdot 1,55 = 0,93; \quad \varphi_e = 0,293.$$

$$\frac{N}{A \varphi_e R_{y\gamma_c}} = \frac{214,51}{41,4 \cdot 0,293 \cdot 32 \cdot 1} = 0,58 < 1.$$

Устойчивость средней панели обеспечена.

Несмотря на большой запас как по прочности, так и по устойчивости, мы не можем уменьшить сечение, так как 2 [18] будут иметь недостаточную прочность. Проверка устойчивости пояса из плоскости действия момента не требуется, так как она обеспечена закреплением пояса настилом кровли (для этого необходимо поставить в местах опирания настила на прогон самонарезающие болты по крайней мере через волну профилированного настила).

Решётку прогона принимаем из одиночных гнутых швеллеров, устанавливаемых полками вниз.

Итак, при конструировании принимаем прогон [18].

2.3 Расчет балки покрытия БЗ

2.3.1 Исходные данные

Конструктивная форма балки – двутавр согласно [13], тип Б, 1 – го класса.

Шаг балок $b = 8,2$ м.

Статическая схема – балка однопролетная шарнирно-опертая.

Материал балки – сталь С 345 согласно [13]; группа конструкций 2, расчетная температура района строительства $t = -30$ °С; показатели по ударной вязкости и химическому составу согласно [13, прил. В, табл. В.2 и В.3].

Расчетные характеристики стали согласно [13, прил. В]: $R_y = 320$ Н/мм² при толщине проката от 2 до 20 мм включительно; $R_{un} = 470$ Н/мм²; $R_s = 0,58 \cdot 320 = 185,6$ Н/мм²; $R_p = 459$ Н/мм².

Коэффициент условий работы $\gamma_c = 1$ согласно [13, табл. 1].

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$ согласно [15].

Крепление балок к прогонам – на болтах нормальной точности М20.

Вертикальный предельный прогиб балки $f_u = 1/200$ согласно [15, прил. Е2].

2.3.2 Определение нагрузок и расчетных усилий в балке

Постоянные нагрузки на 1 м² для расчета покрытия приведены в таблице 2.3.1 согласно теплотехническому расчету п. 1.4.1.

Таблица 2.3.1 – Нагрузки на балку от веса элементов покрытия

Элементы покрытия	Нормативная нагрузка q_{n0} , кН/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка q , кН/м ²
Мембрана LOGICROOF V-RP	0,04	1,2	0,048

Утеплитель ТЕХНОРУФ В60	0,3	1,3	0,39
Утеплитель ТЕХНОРУФ Н30	0,4	1,3	0,52
Пароизоляция ТехноНИКОЛЬ	0,05	1,3	0,065
Профнастил Н75-750-0,8	0,12	1,05	0,126
Итого	0,91	—	1,15

Постоянная нагрузка на балку

Вес одного метра балки q_p , кН/м², определяется по формуле

$$q_p = m_n \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}, \quad (2.3.1)$$

где m_n – линейная плотность балки согласно ГОСТ 26020 – 83.

Принимаем: $m_n = 91,3$ кг/м.

Подставляем в формулу (2.3.1), получаем

$$q_p = 91,3 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 0,9 \text{ кН/м}^2.$$

Нормативная вертикальная нагрузка на балку q_n , кН/м, определяется по формуле

$$q_n = q_0 \cdot b + q_p, \quad (2.3.2)$$

где q_p – то же, что и в формуле (2.3.1);

b – шаг балок;

q_0 – постоянная нормативная нагрузка от веса покрытия

Принимаем: $q_p = 0,9$ кН/м²; $b = 8,2$ м; $q_0 = 0,91$ кН/м².

Подставляем в формулу (2.3.2), получаем

$$q_n = 0,91 \cdot 8,2 + 0,9 = 8,36 \text{ кН/м}.$$

Расчетная вертикальная нагрузка на балку q , кН/м, определяется по формуле

$$q = \sum q_{ni} \cdot \gamma_{fi} = q_0 \cdot b + q_p \cdot \gamma_{f2}, \quad (2.3.3)$$

где γ_{f2} – коэффициент надежности по нагрузке для балки согласно [15];

q_p – то же, что и в формуле (2.3.1);

b – то же, что и в формуле (2.3.2);

q_0 – постоянная расчетная нагрузка от веса покрытия

Принимаем: $q_p = 0,9$ кН/м²; $b = 8,2$ м; $q_0 = 1,15$ кН/м²; $\gamma_{f2} = 1,05$.

Подставляем в формулу (2.3.3), получаем

$$q = 1,15 \cdot 8,2 + 0,9 \cdot 1,05 = 10,38 \text{ кН/м}.$$

Снеговая нагрузка

Расчет снеговой нагрузки производится согласно требованиям [3].

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия S_0 , кН/м, определяется по формуле

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g \cdot b, \quad (2.3.4)$$

где c_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов;

c_t – термический коэффициент;

μ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие;

b – то же, что и в формуле (2.3.3);

S_g – вес снегового покрова на 1 м горизонтальной поверхности земли.

Принимаем: $c_e = 0,85$; $c_t = 1$; $\mu = 1$; $b = 8,2$ м; $S_g = 1,2$.

Подставляем в формулу (2.3.4), получаем

$$S_0 = 0,7 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 8,2 = 5,85 \text{ кН/м.}$$

Суммарная линейная нагрузка на балку

Нормативная нагрузка

$$q_{n \text{ общ}} = q_n + S_0, \quad (2.3.5)$$

где q_n – то же, что и в формуле (2.3.2);

S_0 – то же, что и в формуле (2.3.4).

Принимаем: $q_n = 8,36$ кН/м; $S_0 = 5,85$ кН/м.

Подставляем в формулу (2.3.5), получаем

$$q_{n \text{ общ}} = 8,36 + 5,85 = 14,21 \text{ кН/м.}$$

Расчетная нагрузка

$$q_{\text{общ}} = q + S \quad (2.3.6)$$

где q – то же, что и в формуле (2.3.3);

S_0 – то же, что и в формуле (2.3.4).

Принимаем: $q = 10,38$ кН/м; $S_0 = 5,85$ кН/м.

Подставляем в формулу (2.3.6), получаем

$$q_{\text{общ}} = 10,38 + 5,85 = 16,23 \text{ кН/м.}$$

2.3.3 Статический расчет балки

Расчетная схема балки представлена на рисунке 2.3.1.

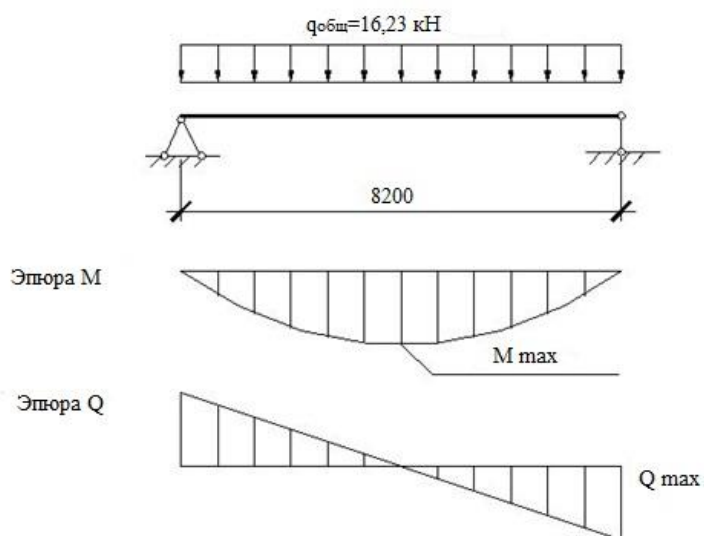


Рисунок 2.3.1 – Расчетная схема балки

Расчетный изгибающий момент M_{\max} , кНм, определяется по формуле

$$M_{\max} = q_{\text{общ}} \cdot l^2 / 8, \quad (2.3.7)$$

где $q_{\text{общ}}$ – то же, что и в формуле (2.3.6);

l – пролет.

Принимаем: $q_{\text{общ}} = 16,23$ кН/м; $l = 8,2$ м.

Подставляем в формулу (2.3.7), получаем

$$M_{\max} = 16,23 \cdot 8,2^2 / 8 = 136,41 \text{ кНм.}$$

Расчетное усилие Q_{\max} , кН, определяется по формуле

$$Q_{\max} = q_{\text{общ}} \cdot l / 2, \quad (2.3.8)$$

где $q_{\text{общ}}$ – то же, что и в формуле (2.3.6);

l – то же, что и в формуле (2.3.7).

Принимаем: $q_x = 16,23$ кН/м; $l = 8,2$ м.

Подставляем в формулу (2.3.8), получаем

$$Q_{\max} = 16,23 \cdot 8,2 / 2 = 66,54 \text{ кН.}$$

2.3.4 Конструктивный расчет балки

Требуемый момент сопротивления сечения балки W_{req} , см^3 , определяется по формуле

$$W_{\text{req}} = \frac{M_{\text{max}}}{R_y} \cdot \gamma_c, \quad (2.3.9)$$

где γ_c – коэффициент условий работы согласно [13, табл. 1];

M_{max} – то же, что и в формуле (2.3.7);

R_y – расчетное сопротивление проката.

Принимаем: $\gamma_c = 1$; $R_y = 320 \text{ Н/мм}^2$; $M_{\text{max}} = 136,41 \text{ кНм}$.

Подставляем в формулу (2.3.9), получаем

$$W_{x,\text{req}} = \frac{136,41 \cdot 10^2 \cdot 10}{320 \cdot 10^{-1}} = 4262,81 \text{ см}^3.$$

По сортаменту принимаем I60 Ш2 согласно [14] с характеристиками:

$I_x = 131800 \text{ см}^4$; $I_y = 11230 \text{ см}^4$; $W_x = 4490 \text{ см}^3$; $W_y = 702 \text{ см}^3$; $S_x = 2544 \text{ см}^3$; $h = 587 \text{ мм}$; $b_f = 320 \text{ мм}$; $t_f = 20,5 \text{ мм}$; $t_w = 16 \text{ мм}$; $m = 176,9 \text{ кг/м}$.

Проверка на прочность балки 1-го класса производится исходя из условий

В сечениях с $M = M_{\text{max}}$ и $Q = 0$

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{W_x} \leq R_y \cdot \gamma_c, \quad (2.3.10)$$

В сечениях с $Q = Q_{\text{max}}$ и $M = 0$

$$\tau_{\text{max}} = \frac{Q_{\text{max}} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w} \leq R_y \cdot \gamma_c, \quad (2.3.11)$$

Принимаем: $\gamma_c = 1$; $R_y = 320 \text{ Н/мм}^2$; $M_{\text{max}} = 136,41 \text{ кНм}$;

$Q_{\text{max}} = 66,54 \text{ кН}$; $I_x = 131800 \text{ см}^4$; $W_x = 4490 \text{ см}^3$; $S_x = 2544 \text{ см}^3$;

Подставляем в условие (2.3.10), получаем

$$\sigma = \frac{136,41 \cdot 10^3}{4490 \cdot 10^{-6}} = 303,8 \text{ Н/мм}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 320 \text{ Н/мм}^2.$$

Подставляем в условие (2.3.11), получаем

$$\tau_{\text{max}} = \frac{66,54 \cdot 2544}{131800 \cdot 16 \cdot 10^{-1}} = 80,3 \text{ Н/мм}^2 \leq R_y \cdot \gamma_c = 320 \text{ Н/мм}^2.$$

Условия (2.3.10) и (2.3.11) выполняются, прочность балки обеспечена.

Эпюры нормальных и касательных напряжений в балке 1-го класса приведены на рисунке 2.3.2.

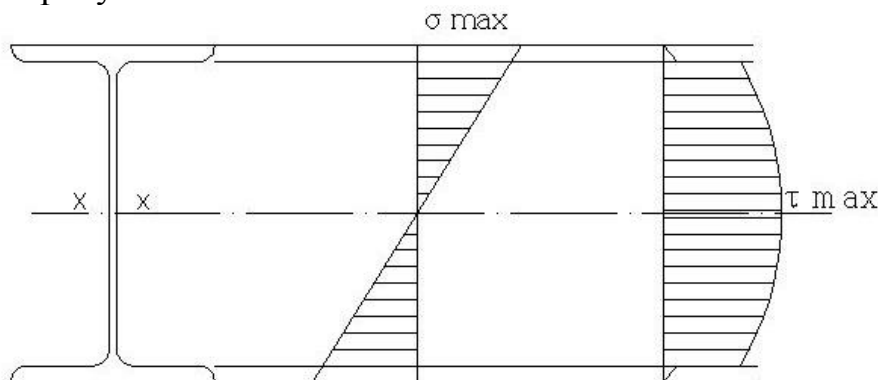


Рисунок 2.3.2 – Эпюры напряжений в балке

2.3.5 Проверка общей устойчивости балки

Конструктивное решение перекрытия не обеспечивает непрерывности опирания профилированного настила на балку, но прогоны можно рассматривать как связи, препятствующие горизонтальному смещению сжатого пояса балки и при выполнении условия $\lambda_b \leq \lambda_{ub}$, общую устойчивость балки можно считать обеспеченной.

Гибкость сжатого пояса балки λ_b , определяется по формуле

$$\lambda_b = (l_{ef} / b_f) \sqrt{R_{yf} / E}, \quad (2.3.12)$$

где l_{ef} – расстояние между точками закреплений сжатого пояса от поперечных смещений: узлами продольных и поперечных связей, точками крепления жесткого настила.

l – пролет балки;

λ_{ub} – предельное значение λ_b , которое подсчитывается в зависимости от места приложения нагрузки.

Нагрузка приложена к верхнему поясу балки

$$\lambda_{ub} = 0,41 + 0,0032 \cdot b_f / t_f + (0,76 - 0,016 \cdot b_f / t_f) \cdot b_f / h_{ef1}, \quad (2.3.13)$$

где b_f / t_f – соответственно ширина и толщина сжатого пояса балки;

h_{ef1} – расстояние между осями поясных листов.

Принимаем: $b_f = 320$ мм; $t_f = 20,5$ мм; $h_{ef1} = 587$ мм.

Подставляем в формулу (2.3.13), получаем

$$\lambda_{ub} = 0,41 + 0,0032 \cdot 320 / 20,5 + (0,76 - 0,016 \cdot 320 / 20,5) \cdot 320 / 587 = 0,74.$$

Принимаем: $l_{ef} = 1000$ мм; $b_f = 320$ мм; $R_y = 320$ Н/мм².

Подставляем в формулу (2.3.12), получаем

$$\lambda_b = (1000/320) \sqrt{(320/(2,26 \cdot 10^5))} = 0,12.$$

Проверка общей устойчивости определяется исходя из условия

$$\lambda_b \leq \lambda_{ub}, \quad (2.3.14)$$

Принимаем: $\lambda_b = 0,12$; $\lambda_{ub} = 0,74$.

Подставляем в условие (2.3.14), получаем

$$0,12 < 0,74.$$

Общая устойчивость балки перекрытия обеспечена.

2.3.6 Проверка местной устойчивости балки

Местная устойчивость элементов прокатных балок не проверяется, так как она обеспечена соотношением их размеров, назначенных с учетом устойчивости работы при различных напряженных состояниях.

2.3.7 Проверка жесткости балки

Расчетная величина прогиба не должна превышать предельного значения.

Прогиб балки f , см, определяется исходя из условия

$$f = \frac{M_{\max} \cdot l^2}{10 \cdot E \cdot I_x} < f_u = \frac{l}{200}, \quad (2.3.15)$$

где M_{\max} – то же, что и в формуле (2.3.7);

l – то же, что и в формуле (2.3.7);

I_x – момент инерции относительно оси x .

Принимаем: $M_{\max} = 136,41$ кНм; $l = 8,2$ м; $E = 2,26 \cdot 10^4$;

$I_x = 131800$ см⁴.

Подставляем в формулу (2.3.15), получаем

$$f = \frac{136,41 \cdot 10^2 \cdot 8,2^2 \cdot 10^4}{10 \cdot 2,26 \cdot 10^4 \cdot 131800} = 0,31 \text{ см} < f_u = \frac{8,2 \cdot 10^2}{200} = 4,1 \text{ см}.$$

Условие (2.3.15) выполняется, жесткость балки обеспечена.

[illegible]

Мембрана LOGICROOF V-RP - 12мм
Утеплитель ТЕХНОРУФ В60 - 200мм
Пароизоляция - ТЕХНОНИКОЛЬ - 1мм
Профилированный настил - 8мм

9.500
10.300
4.300
4.800
0.000
-0.150 ур.зв.

6000 7250 81200 7250 660 8340 8200

А Б В Г Д Е Ж И К Л М Н П

Искусственный облицовочный камень
Профилерованный лист
HC75-750-0,8-8 мм

Минераловата Rockwood-150мм
Профилерованный лист
HC75-750-0,8-8 мм

Бетонная плитка - 30 мм
Песок
Уплотненный грунт
основания

Минеральная вата Rockwood

Ж/б плита - l=150 мм

Покрытие-наливное полиуретановое
ПРАСПАН СТАНДАРТ-2 мм
Сетка из ЦПФ М50, армированная
сеткой 400-400-2 мм
Утеплитель- ТЕХНОРУФ Н35-50мм

Ж/б плита перекрытия -150 мм

0,000
ур. чл.

-0,150
ур. з.у.

150 150 200 380

А

Мембрана LOGICROOF V-RP – 12мм
 Утеплитель TEXNORUF B60 – 200мм
 Пароизоляция – TEXNIONKOL – 1мм
 Профилированный настил – 8мм

Монтажная прокладка
 ΦC1
 ΦП1
 HК1
 +9.500
 170 170
 E

1. За относительную отметку 0,000 м принята отметка уровня чистого пола первого этажа проектируемого объекта.
2. Лист 2 читать совместно с листом 1.

					БР-08.03.01.00.01 АР		
					ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"		
					Инженерно-строительный институт		
Имя	Колуч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Роздобова			Шенякина А.В.			Страница	Лист
							Листов

3.1 Введение

Проектирование оснований и фундаментов заключается в выборе основания, типа конструкции и основных размеров фундамента и в их совместном расчете как одной из частей сооружения. Эта, на первый взгляд, простая задача имеет ряд особенностей, значительно осложняющих ее решение.

Основание, фундамент и наземная конструкция неразрывно связаны, влияют друг на друга и должны рассматриваться как единая система. Деформация и устойчивость грунтов зависят от особенности приложения нагрузки, размеров и конструкции фундамента и всего сооружения. В свою очередь, основные размеры фундамента и конструктивная схема сооружения определяются геологическим строением сжимающих грунтов, а также воспринимаемым давлением. Задача осложняется еще и особенностями строительной площадки и условиями производства работ, причем для одной и той же площадки могут быть приняты несколько вариантов решений.

3.2 Исходные данные

Нагрузки на обресе фундамента для расчета по несущей способности:					
1-я комбинация			2-я комбинация		
N_{\max} , кН	$M_{\text{соотв.}}$, кН*м	$Q_{\text{соотв.}}$, кН	M_{\max} , кН*м	$N_{\text{соотв.}}$, кН	$Q_{\text{соотв.}}$, кН
2200	220	90	-230	2100	-90

Нагрузки от стены $N_{\text{ст.}} = 120 \text{ кН}$

Сечение колонны = 500*500мм. Расстояние от оси колонны до оси наружной стены $a = 0,44$ м. Шаг колонн 12м.

3.3 Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства

Анализ инженерно-геологических данных начинается с построения колонки и определения недостающих физико-механических характеристик грунта.

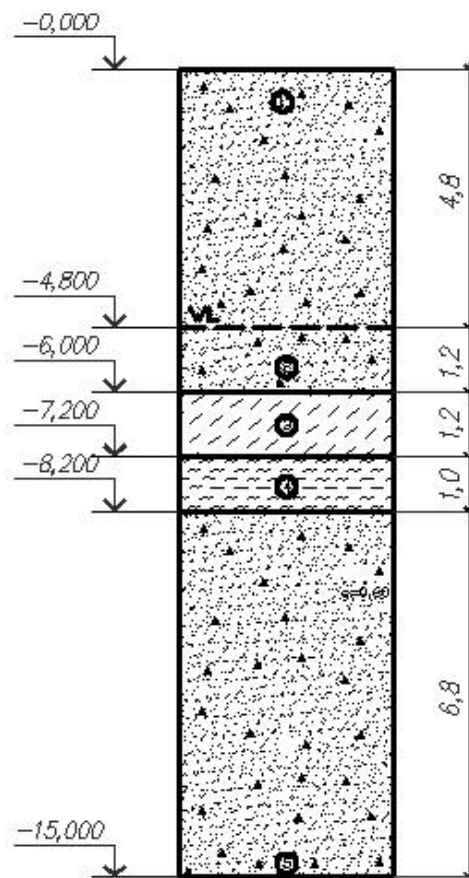


Рисунок 1. Инженерно-геологический разрез.

Условные обозначения

	песок крупный		ил
	суглинок		уровень подземных вод

Таблица 1. Физико-механические характеристики грунта.

№ ИГЭ	1	2	3	4	5
Полное наименование грунта	Песок крупный (влажный, плотный)	Песок крупный (водонасыщенный, плотный)	Супесь (пластичная)	Ил насыщенный водой	Песок крупный (водонасыщенный, плотный)
Мощность слоя, м	4,8	1,2	1,2	1,0	6,8
W	0,14	0,20	0,20	-	0,18
$\rho, \text{т/м}^3$	1,98	2,1	1,86	-	2,12
$\rho_s, \text{т/м}^3$	2,66	2,66	2,70	-	2,66
$\rho_d, \text{т/м}^3$	1,74	1,74	1,55	-	1,80
e	0,53	0,53	0,74	-	0,48
S_r	0,7	1	1	-	1
$\gamma, \text{кН/м}^3$	1,98	-	-	18	-
$\gamma_{sb}, \text{кН/м}^3$	-	10,85	9,77	-	11,22
W_p	-	-	0,22	-	-
W_L	-	-	0,25	-	-
I_L	-	-	0,67	-	-
c, кПа	1,2	1,2	11,2	29	1,7
$\varphi, \text{град}$	40,6	40,6	21,3	19	42,1
E, МПа	42	42	10,6	5	47
$R_o, \text{кПа}$	600	600	-	-	600

Анализ грунтовых условий

1. Имеется слабый подстилающий слой – ил, насыщенный водой, на глубине 7,2м.
2. Грунты не пучинистые.
3. Расчетная глубина сезонного промерзания равна:
 $d_f = d_{f,n} \cdot k_h = 270 \cdot 0,7 = 114,1 \text{ см,}$
где $d_{f,n}$ – нормативная глубина сезонного промерзания грунта: для г. Калуга – 163 см для песков, $k_h = 0,7$ – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения.

3.4 Расчет фундамента мелкого заложения

3.4.1 Определение глубины заложения фундамента

Глубина заложения фундамента принимается как наибольшая из следующих трех условий:

- конструктивного;
- промерзания в пучинистых грунтах;
- заглубления подошвы фундамента в слой грунта с лучшими строительными свойствами (более прочный и менее деформационный).

Конструктивная глубина заложения зависит от обеспечения заделки для фундаментов под колонны наименьшей толщины плиты фундамента, наличия подвала, прокладок инженерных сетей, а также нагрузки.

1. Здание не имеет подвалов и других заглубленных помещений и сооружений.
2. Фундамент разрабатывается под колонны трёхэтажного промышленного здания серии 1.424-5, отметка низа типовых колонн – 1,0м, глубина стакана принимается на отметке – 1,05м, отметка верха фундамента – 0,150 м.
3. Глубина промерзания грунта: $d_f = d_{f,n} \cdot k_h = 1,63 \cdot 0,7 = 1,14$ м.

Целесообразно размещать подошву столбчатого фундамента выше уровня грунтовых вод не менее чем на 0,5 м, поскольку работы в водонасыщен

ых грунтах не возможны без водоотлива (водопонижения) и ограждения котлована.

Слой грунта, в котором можно было бы заложить фундамент, исходя из минимальных конструктивных требований и условий размещения фундамента в просадочных грунтах – песок крупный .

$h = 1,2$ – высота фундамента;

$d = h + 0,15 = 1,2 + 0,15 = 1,35$ м – глубина заложения фундамента.

3.4.2 Определение предварительных размеров подошвы фундамента и расчетного сопротивления

Предварительные размеры подошвы фундамента назначаются из условия, чтобы среднее давление на грунт от фундамента не превышало расчетного сопротивления грунта:

$$p_{cp} \leq R.$$

Для расчета в первом приближении значение расчетного сопротивления принимаем равным условному R_0 , площадь подошвы фундамента определяется по формуле

$$A = \frac{\sum N_{II}}{R_0 - \gamma_{cp} \cdot d},$$

где $\sum N_{II}$ – максимальная сумма нормативных вертикальных нагрузок, действующих на обресе фундамента, кН;

$$\sum N_{II} = \frac{N_{max}}{\gamma_n} + \frac{N_{ст}}{\gamma_n} = \frac{2200}{1,15} + \frac{120}{1,1} = 2022,13 \text{ кН},$$

R_0 – расчетное сопротивление грунта, кПа; γ_{cp} – среднее значение удельного веса грунта и бетона, равное 20 кН/м^3 .

$$\text{отсюда } A = \frac{2022,13}{600 - 20 \cdot 1,35} = 3,6 \text{ м}^2.$$

Размеры подошвы определяют, считая, что фундамент имеет прямоугольную формы. Эта форма предпочтительнее, в отличие от квадратной, при действии на фундамент моментов и горизонтальных сил, при этом фундамент ориентируется длинной стороной в плоскости действия наибольшего момента.

Соотношение сторон прямоугольного фундамента $\eta = l / b$ рекомендуется

ограничивать значением $\eta \leq 1,2 - 1,5$, принимаем $\eta = 1,2$.

Размеры сторон его подошвы определяются по соотношениям:

$$b = \sqrt{\frac{A}{\eta}} = \sqrt{\frac{3,6}{1,2}} = 1,73 \text{ м}; \text{ округляем до значений кратных модулю}$$

300мм $b = 1800\text{мм};$

$$l = \eta \cdot b = 1,2 \cdot 1,8 = 2,16 \text{ м};$$

Полученные данные округляем до значений кратных модулю 300мм:

$$l = 2400 \text{ мм}.$$

$$\text{Площадь подошвы: } A = l \cdot b = 2,4 \cdot 1,8 = 4,32 \text{ м}^2$$

Расчетное сопротивление грунта находят для бесподвальных зданий при $b < 10$ м по следующей формуле:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{K} (M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_g \cdot d \cdot \gamma_{II}' + M_c \cdot C_{II}),$$

где γ_{c1} и γ_{c2} – коэффициенты условий работы, $\gamma_{c1}=1,4$ [1, табл.3], для промышленных зданий $\gamma_{c2} = 1$;

K – коэффициент, учитывающий надежность определения характеристик C и φ равный 1,1 [3, п.5.6.7];

M_γ , M_g и M_c – коэффициенты, принимаемые по [3, табл.5.5] и зависящие от φ , $M_\gamma = 2,66$, $M_g = 11,64$, $M_c = 12,24$.

k_z – коэффициент при $b < 10$ м, равный 1;

γ_{II}' – расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше подошвы фундамента (средневзвешенное – при слоистом напластовании до глубины $z = b$),

γ_{II} – то же для грунтов ниже подошвы фундамента, $\gamma_{II} = 19,8$.

$C_{II} = 1,2$ кПа – расчетное значение удельного сцепления грунта под подошвой фундамента;

$d = 2,55$ м – глубина заложения фундамента бесподвального здания.

$$R = \frac{1,4 \cdot 1}{1,1} (2,66 \cdot 1 \cdot 1,8 \cdot 19,8 + 11,64 \cdot 1,35 \cdot 19,8 + 12,24 \cdot 1,2) =$$

534,2 кПа.

Поскольку $R = 534,2$ кПа $< R_0 = 600$ кПа, то оставляем для дальнейшего расчета размеры фундамента $b = 1,8$ м, $l = 2,4$ м, $A = 4,32$ м².

3.4.3 Приведение нагрузок к подошве фундамента

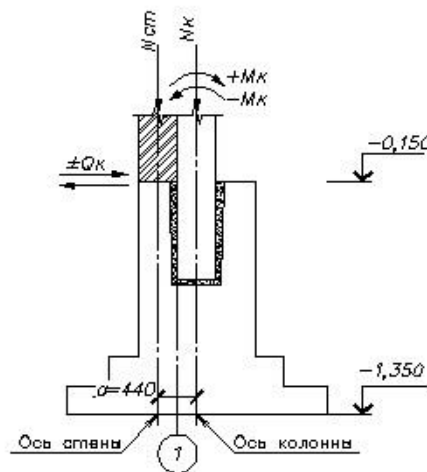


Рисунок 2 – Схема нагрузок на фундамент

I комбинация:

$$N'_I = \frac{N_k + N_{ст}}{1,15 \cdot 1,1} + N_\phi = \frac{N_k + N_{ст}}{1,15 \cdot 1,1} + b \cdot l \cdot d \cdot \gamma_{ср}$$

$$= \frac{2200 + 120}{1,265} + 1,8 \cdot 2,4 \cdot 1,35 \cdot 20 = 2138,77 \text{ кН};$$

$$M'_I = \frac{M_k}{1,15} + \frac{Q_k h_\phi}{1,15} - \frac{N_{ст}}{1,15} \cdot a = \frac{220}{1,15} + \frac{90 \cdot 1,8}{1,15} - \frac{120}{1,15} \cdot 0,44$$

$$= 286,26 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q'_I = \frac{Q_k}{1,15} = \frac{90}{1,15} = 78,26 \text{ кН}.$$

II комбинация:

$$N'_{II} = \frac{N_k + N_{ст}}{1,15 \cdot 1,1} + N_\phi = \frac{N_k + N_{ст}}{1,15 \cdot 1,1} + b \cdot l \cdot d \cdot \gamma_{ср}$$

$$= \frac{2100 + 120}{1,15 \cdot 1,1} + 1,8 \cdot 2,4 \cdot 1,35 \cdot 20 = 2051,82 \text{ кН};$$

$$M'_{II} = -\frac{M_k}{1,15} - \frac{Q_k h_\phi}{1,15} - \frac{N_{ст}}{1,15} \cdot a = -\frac{230}{1,15} - \frac{90 \cdot 1,8}{1,15} - \frac{120}{1,15} \cdot 0,44$$

$$= -386,78 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q'_{II} = \frac{Q_k}{1,15} = -\frac{90}{1,15} = -78,26 \text{ кН}.$$

3.4.4 Определение давлений на грунт и уточнение размеров фундамента

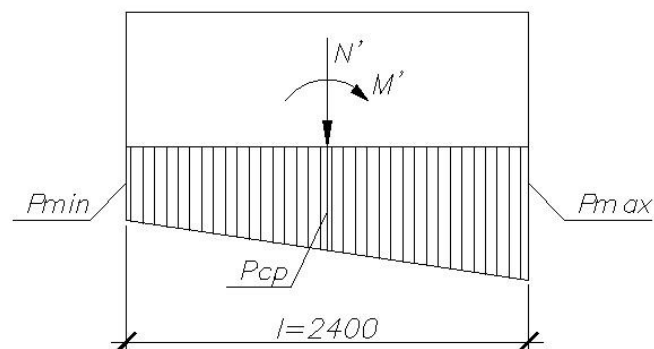


Рисунок 3 – Эпюра давлений под подошвой фундамента

Проверим выполнения условий при $R = 534,2$ кПа:

$$\begin{cases} P_{cp} < R \\ P_{max} < 1,2R \\ P_{min} > 0 \end{cases}$$

$$W = bl^2/6 = 1,8 \cdot 2,4^2/6 = 1,728 \text{ м}^3.$$

$$A = b \cdot l = 1,8 \cdot 2,4 = 4,32 \text{ м}^2.$$

I комбинация:

$$P_{cp} = \frac{N'}{A} = \frac{2138,77}{4,32} = 495,09 \text{ кПа} < R = 534,2 \text{ кПа};$$

$$P_{max} = \frac{N'}{A} + \frac{M'}{W} = \frac{2138,77}{4,32} + \frac{286,26}{1,728} = 660,75 \text{ кПа} < 1,2R = 641,04 \text{ кПа}; \text{ условие не выполняется.}$$

$$P_{min} = \frac{N'}{A} - \frac{M'}{W} = \frac{2138,77}{4,32} - \frac{286,26}{1,728} = 329,43 \text{ кПа} > 0.$$

II комбинация:

$$P_{cp} = \frac{N'}{A} = \frac{2051,82}{4,32} = 474,96 \text{ кПа} < R = 534,2 \text{ кПа};$$

$$P_{max} = \frac{N'}{A} + \frac{M'}{W} = \frac{2051,82}{4,32} - \frac{386,78}{1,728} = 698,77 \text{ кПа} < 1,2R = 641,04 \text{ кПа};$$

условие не выполняется.

$$P_{min} = \frac{N'}{A} - \frac{M'}{W} = \frac{2082,6}{3,78} - \frac{386,78}{1,323} = 251,15 \text{ кПа} > 0.$$

Условия не удовлетворяется, поэтому увеличиваем l , принимая $l = 2,7$ м,
 $b = 1,8$ м, $A = 4,86 \text{ м}^2$.

$$W = bl^2/6 = 1,8 \cdot 2,7^2/6 = 2,187 \text{ м}^3.$$

$$A = b \cdot l = 1,8 \cdot 2,7 = 4,86 \text{ м}^2.$$

I комбинация:

$$P_{cp} = \frac{N'}{A} = \frac{2138,77}{4,86} = 440,08 \text{ кПа} < R = 534,2 \text{ кПа};$$

$$P_{\max} = \frac{N'}{A} + \frac{M'}{W} = \frac{2138,77}{4,86} + \frac{286,26}{2,187} = 570,97 \text{ кПа} < 1,2R = 641,04 \text{ кПа};$$

$$P_{\min} = \frac{N'}{A} - \frac{M'}{W} = \frac{2138,77}{4,86} - \frac{286,26}{2,187} = 309,19 \text{ кПа} > 0.$$

II комбинация:

$$P_{\text{ср}} = \frac{N'}{A} = \frac{2051,82}{4,86} = 422,19 \text{ кПа} < R = 534,2 \text{ кПа};$$

$$P_{\max} = \frac{N'}{A} + \frac{M'}{W} = \frac{2051,82}{4,86} - \frac{386,78}{2,187} = 599,04 \text{ кПа} < 1,2R = 641,04 \text{ кПа};$$

$$P_{\min} = \frac{N'}{A} - \frac{M'}{W} = \frac{2051,82}{4,86} - \frac{386,78}{2,187} = 245,34 \text{ кПа} > 0.$$

Условия выполняются, окончательно принимаем размеры подошвы фундамента: $b = 1,8 \text{ м}$ и $l = 2,7 \text{ м}$ с $A = 4,86 \text{ м}^2$.

3.4.5 Расчет осадки грунтов основания

Расчет осадок приведен в таблице 2.

Расчет выполняется методом послойного суммирования.

1. Разделяем грунт под подошвой фундамента на слои.
2. Определяем природное давление на уровне подошвы фундамента:

$$\sigma_{zg,0} = \gamma' \cdot d = 23,76 \text{ кПа};$$

где $\gamma' = 19,8 \text{ кН/м}^3$ – удельный вес грунта выше подошвы фундамента, d – высота фундамента.

3. Определяем природное давление на границе слоев:

$$\sigma_{zg,i} = \sigma_{zg,0} + \Sigma \gamma_i h_i,$$

где γ_i и h_i – соответственно удельный вес и мощность для каждого слоя.

4. Определим дополнительное давление под подошвой фундамента:

$$P_o = P_{\text{ср}} - \sigma_{zg,0} = 422,19 - 23,76 = 398,43 \text{ кН},$$

где P_{cp} - большее из двух комбинаций среднее давление от фундамента.

5. Определим напряжение на границе слоев:

$$\sigma_{zp,i} = \alpha_i \cdot P_o,$$

где α_i – коэффициент рассеивания, принимаемый по табл. 5 [3], в зависимости от отношения $l/b = 2,7/1,8 = 1,5$ и $2z_i/b$ (z_i – глубина расположения i -го слоя ниже подошвы фундамента).

6. Построим эпюры напряжений σ_{zp} с правой стороны оси фундамента и эпюру природных давлений σ_{zg} слева.

7. Определим условную границу сжимаемой толщи ВСТ, до которой следует учитывать дополнительные напряжения и возникающие при этом осадки. Она находится там, где удовлетворяется условие:

$$\sigma_{zp,i} \leq 0,2\sigma_{zg,i},$$

или $\sigma_{zp,i} \leq 0,1\sigma_{zg,i}$, если в пределах сжимаемой толщи находится слабый грунт с модулем деформации $E \leq 10\text{МПа}$.

8. Для каждого слоя в пределах сжимаемой толщи определяем среднее давление:

$$\sigma_{zp,i}^{cp} = (\sigma_{zp,i} + \sigma_{zp,i+1})/2,$$

9. Определим осадку каждого слоя по формуле:

$$S_i = \frac{\sigma_{zp,i}^{cp} \cdot h_i}{E_i} \beta,$$

где E_i – модуль деформации i -го слоя кПа, β – коэффициент, принимаемый равным 0,8.

10. Суммируем осадку слоев пределах сжимаемой толщи и сравниваем полученный результат с предельно допустимым:

$$\Sigma S_i \leq S_u,$$

где $S_u = 15$ см – предельная осадка фундамента для промышленного одноэтажного здания.

Таким образом, $\Sigma S_i = 2,46$ см $< S_u = 10$ см, следовательно, осадка не превышает предельно допустимого значения.

3.4.6 Конструирование столбчатого фундамента

Колонна сечением 500х500мм с отметкой нижнего торца – (-1,000) м, отметка верха фундамента – (-0,150)м.

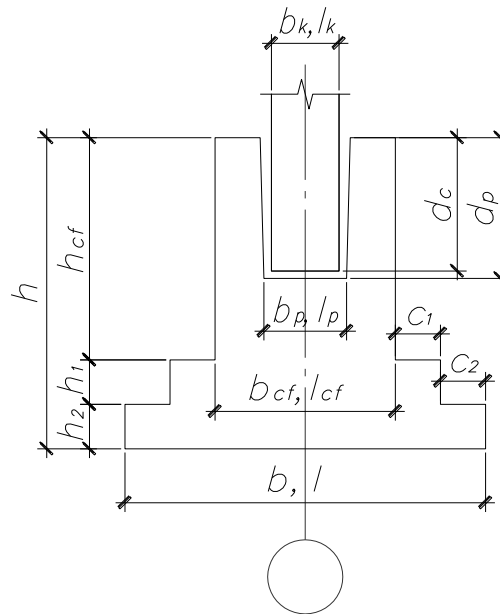


Рисунок 4. Схема с обозначением размеров фундамента.

b_k, l_k – размеры сечения колонны: $b_k = 500\text{мм}$, $l_k (h_k) = 500\text{мм}$;

d_c – глубина заделки колонны в стакан: $d_c = 1000 - 150 = 850\text{ мм}$;

b_p, l_p – размеры стакана понизу: $b_p = b_k + 2 \cdot 50 = 500 + 100 = 600\text{ мм}$;

$l_p = l_k + 2 \cdot 50 = 500 + 100 = 600\text{ мм}$;

b_{p1}, l_{p1} – размеры стакана поверху: $b_{p1} = b_k + 2 \cdot 75 = 500 + 150 = 650\text{мм}$;

$l_{p1} = l_k + 2 \cdot 75 = 500 + 150 = 650\text{мм}$;

d_p – глубина стакана: $d_p = d_c + 50 = 850 + 50 = 900\text{ мм}$;

b_{cf}, l_{cf} – размеры сечения подколонника: $b_{cf} = 1200\text{мм}$, $l_{cf} = 1200\text{мм}$.

h_{cf} – высота подколонника:

$h_{cf} = 1350\text{мм}$.

b, l – размеры сечения подошвы фундамента: $b = 1800\text{мм}$, $l = 2700\text{мм}$.

h – высота фундамента: $h = 1800\text{мм}$.

Со стороны b :

$c_1 = 300\text{мм}$, – вылет ступени, $h_1 = 300\text{ мм}$ – высота ступени.

Со стороны l :

$c_1 = 300\text{мм}$ и $c_2 = 450\text{мм}$ – вылеты ступени,

$h_1 = 300\text{ мм}$ – высота ступени.

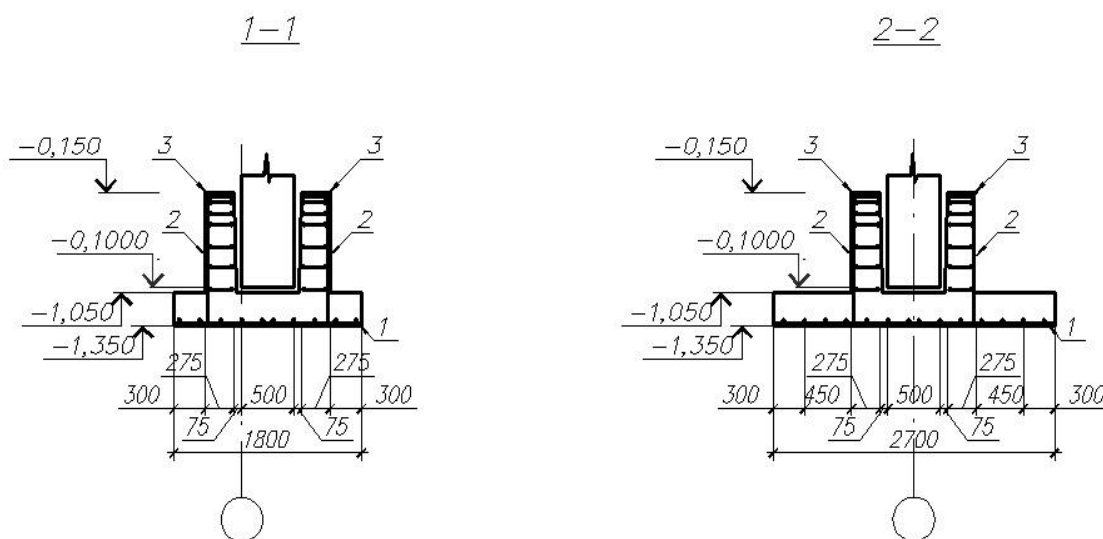


Рисунок 5. Схема с обозначениями размеров фундаментов

3.4.7 Расчет плитной части фундамента на продавливание колонной

Определим тип фундамента:

$$h_{cf} - d_p = 1,35 - 0,9 = 0,45 \text{ м} > 0,5(l_{cf} - l_k) = 0,5(1,2 - 0,4) = 0,4 \text{ м}.$$

Следовательно, фундамент высокий выполняем расчет на продавливание подколонником:

$$F \leq b_m \cdot R_{bt} \cdot h_{op};$$

где F – сила продавливания, R_{bt} – расчетное сопротивление, для бетона класса В12,5 $R_{bt} = 660$ кПа, h_{op} – рабочая высота пирамиды продавливания.

Сила продавливания составит:

$$F = A_o \cdot P_{\max} = 0,62 \cdot 540,92 = 335,4 \text{ кПа},$$

$$\text{где } A_o = 0,5b(1 - l_{cf} - 2h_{o,p}) - 0,25(b - b_{cf} - 2h_{o,p})^2 = 0,5 \cdot 1,8 \cdot (2,7 - 1,2 - 2 \cdot 0,4) - 0,25(1,8 - 1,2 - 2 \cdot 0,4)^2 = 0,62 \text{ м}^2,$$

$$h_{o,p} = h - h_{cf} - 0,05 = 1,8 - 1,35 - 0,05 = 0,4 \text{ м},$$

$$P_{\max} = \frac{N''}{A} + \frac{M''}{W} = \frac{2070,86}{4,86} + \frac{251}{2,186} = 540,92 \text{ кПа};$$

где

$$N'' = \frac{N_k + N_{ct}}{1,15} + N_{\pi} = \frac{N_k + N_{ct}}{1,15} + b_{cf} \cdot l_{cf} \cdot h_{cf} \cdot \gamma_{\pi} \cdot \gamma_n =$$

$$= \frac{2200 + 120}{1,15} + 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,35 \cdot 25 \cdot 1,1 = 2070,86 \text{ кН};$$

$$M'_I = \frac{M_k}{1,15} + \frac{Q_k h_{cf}}{1,15} - \frac{N_{ct}}{1,15} \cdot a = \frac{220}{1,15} + \frac{90 \cdot 1,35}{1,15} - \frac{120}{1,15} \cdot 0,44 = 251 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

где $\gamma_{\pi} = 25 \text{ кН/м}^3$ – удельный вес железобетона, $\gamma_n = 1,1$ – коэффициент надежности по нагрузке.

Так как $b - b_{cf} = 1,8 - 1,2 = 0,6 \text{ м} < 2h_{o,p} = 2 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ м}$,

то $b_m = 0,5(b + b_{cf}) = 0,5(1,8 + 1,2) = 1,5 \text{ м}$.

Таким образом,

$$F = 335,4 \text{ кПа} < b_m h_{o,p} R_{bt} = 1,5 \cdot 0,4 \cdot 660 = 396 \text{ кПа}.$$

Итак, условие выполняется.

3.4.8 Расчет армирования плитной части фундамента

Рассчитаем и запроектируем арматуру плитной части фундамента.

Под давлением отпора грунта фундамент изгибается, в сечениях возникают моменты, которые определяют, считая ступени работающими как консоль, защемленная в теле фундамента, по формуле:

$$M_{xi} = \frac{N c_{xi}^2}{2l} \left(1 + \frac{6e_{ox}}{l} - \frac{4e_{ox} c_{xi}}{l^2} \right),$$

где $N = N_k + N_{ct} = 2200 + 110 = 2310 \text{ кН}$ – расчетная нагрузка на основание без учета веса фундамента и грунта на его обрезах, $e_{ox} = M/N = 328/2310 = 0,14 \text{ м}$ – эксцентриситет нагрузки при моменте M , приведенном к подошве фундамента и равном $M = M_k + Q_k \cdot h - N_{ct} \cdot a = 220 + 90 \cdot 1,8 - 120 \cdot 0,45 = 328 \text{ кН} \cdot \text{м}$, c_{xi} – вылеты ступеней.

Изгибающие моменты в сечениях, действующих в плоскости, параллельной меньшей стороне фундамента b :

$$M_{yi} = \frac{N c_{yi}^2}{2b},$$

По величине моментов в каждом сечении определим площадь рабочей арматуры:

$$A_{si} = \frac{M_i}{\xi h_{oi} R_s},$$

где h_{oi} - рабочая высота каждого сечения, м, определяется как расстояние от верха сечения до центра рабочей арматуры:

для сечения 1-1: $h_{o1} = h_2 - 0,05 = 0,3 - 0,05 = 0,25$ м;

для сечения 2-2: $h_{o2} = h_1 + h_2 - 0,05 = 0,75 - 0,05 = 0,65$ м;

для сечения 3-3: $h_{o3} = h - 0,05 = 1,8 - 0,05 = 1,75$ м;

для сечения 1'-1': $h_{o1}' = h_1' - 0,05 = 0,6 - 0,05 = 0,55$ м;

для сечения 2'-2': $h_{o2}' = h - 0,05 = 1,8 - 0,05 = 1,75$ м;

R_s - расчетное сопротивление растяжению, для арматуры А-III - $R_s = 365$ МПа;

ξ - коэффициент, определяемый в зависимости от величины:

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i h_{oi}^2 R_b},$$

b_i – ширина сжатой зоны сечения:

- в направлении x:

для сечения 1-1: $b_{x1} = b = 1,8$ м;

для сечения 2-2: $b_{x2} = b - 2c_{x1} = 1,8 - 2 \cdot 0,45 = 0,9$ м;

для сечения 3-3: $b_{x3} = b - 2c_{x2} = 1,8 - 2 \cdot 0,75 = 0,3$ м;

- в направлении y:

для сечения 1'-1': $b_{y1} = l - 2c_{y1} = 2,7 - 2 \cdot 0,45 = 1,8$ м;

для сечения 2'-2': $b_{y2} = l - 2c_{y2} = 2,7 - 2 \cdot 0,7 = 1,3$ м;

R_b - расчетное сопротивление на осевое сжатие, для бетона В12,5 - $R_b = 7,5$ МПа;

Результаты расчета приведены в табл.3

Таблица 3. Результаты расчета армирования плитной части фундамента.

Сече- -ние	Вылет, c_i , м	$\frac{Nc_{xi}^2}{2l} \left(\frac{Nc_{yi}^2}{2b} \right)$	$\left(1 + \frac{6e_{ox}}{l} - \frac{4e_{ox}c_{xi}}{l^2} \right)$	M , кН·м	α_m	ξ	h_{oi} , м	A_s , см ²
1-1	0,45	89,65	1,324	118,68	0,105	0,945	0,25	13,76
2-2	0,75	249,02	1,293	321,97	0,095	0,95	0,55	16,88
3-3	1	442,7	1,267	561,01	0,015	0,9925	2,35	6,58
1'-1'	0,45	119,53	1	119,53	0,142	0,9926	0,55	13,19
2'-2'	1	590,28	1	590,28	0,289	0,84	2,35	35

Конструируем сетку С-1. Шаг арматуры в обоих направлениях принимаем 200мм, таким образом сетка С-1 имеет в направлении l - 8Ø18 А-III с $A_s = 20,36 \text{ см}^2 (> 16,88 \text{ см}^2)$, в направлении b - 10Ø22 А-III с $A_s = 38,01 \text{ см}^2 (> 35 \text{ см}^2)$. Длины стержней принимаем соответственно 2650мм и 2050мм.

Подколонник армируем двумя сетками С-2, принимая продольную арматуру конструктивно с шагом 200 мм - 6Ø12 А-III с $A_s = 7,88 \text{ см}^2$ с каждой стороны подколонника, l = 2700 мм; поперечную с шагом 600 - 3Ø6 А-I с $A_s = 0,85 \text{ см}^2$, l = 850 мм, предусматривая ее только на участке от дна стакана до подошвы.

Стенки стакана армируем сеткой С-3, диаметр арматуры принимаем – Ø8 А-I, длину всех стержней 850. Сетки С-3 устанавливаются следующим образом: защитный слой у верхней сетки – 50мм; расстояние между сетками – 50, 100, 100, 200 и 200мм.

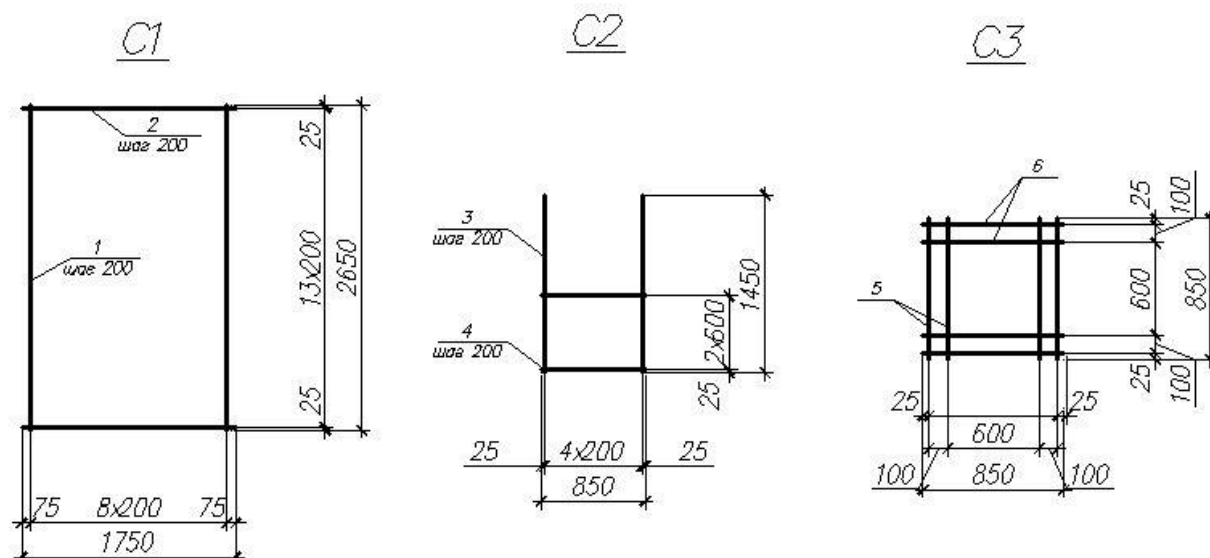


Рисунок 6. Схема арматурных каркасов

3.4.9 Подсчёт объёмов работ и стоимости

Таблица 4 – Ведомость объемов работ и стоимости

Номер расценок	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел.ч	
				Ед.изм.	Всего	Ед.изм. м.	Всего

1-168	Разработка грунта 1 гр. экскаватором	1000м ³	0,0769	91,2	7,01	8,33	0,64
1-935	Ручная доработка грунта 1 гр.	м ³	0,667	0,69	0,46	1,25	0,83
6-2	Устройство подбетонки	м ³	0,667	39,10	26,08	4,50	3,00
6-6	Устройство монолитного фундамента	м ³	4,68	40,94	191,60	5,17	24,20
	Стоимость арматуры	т	0,1080 4	240	25,93	-	-
1-255	Обратная засыпка 1 гр. грунта бульдозером	1000м ³	0,0719	14,9	1,07	-	-
Итого:					252,15		28,67

3.5 Проектирование свайного фундамента

3.5.1 Выбор глубины заложения ростверка и длины свай

Глубину заложения ростверка d_p принимаем минимальной из конструктивных требований: $-1,0\text{м} - 0,05\text{м} - 0,40\text{м} = -1,45\text{м}$ ($-1,0\text{м}$ – отметка низа колонны, $0,05\text{м}$ – зазор между колонной и стаканом, $0,40\text{м}$ – минимальная толщина стакана), высота ростверка $h_p = d_p - 0,15$ должна быть кратной 300мм, следовательно, принимаем $h_p = 1,5\text{ м}$, $d_p = -1,65\text{ м}$.

Отметку головы свай принимаем на 0,3м выше подошвы ростверка – 1,35м.

В качестве несущего слоя принимаем песок крупный, так как свая должна прорезать слой слабого грунта – ила насыщенного водой – от которого следует ожидать значительные деформации при применении более коротких свай.

Заглубление свай в глину твёрдую должно быть не менее 1м, поэтому длину свай принимаем 9 м (С90.30).

Отметка нижнего конца свай –10,350м.

Заглубление в песок крупный составит – 1,65м.

Сечение свай принимаем 300×300 мм.

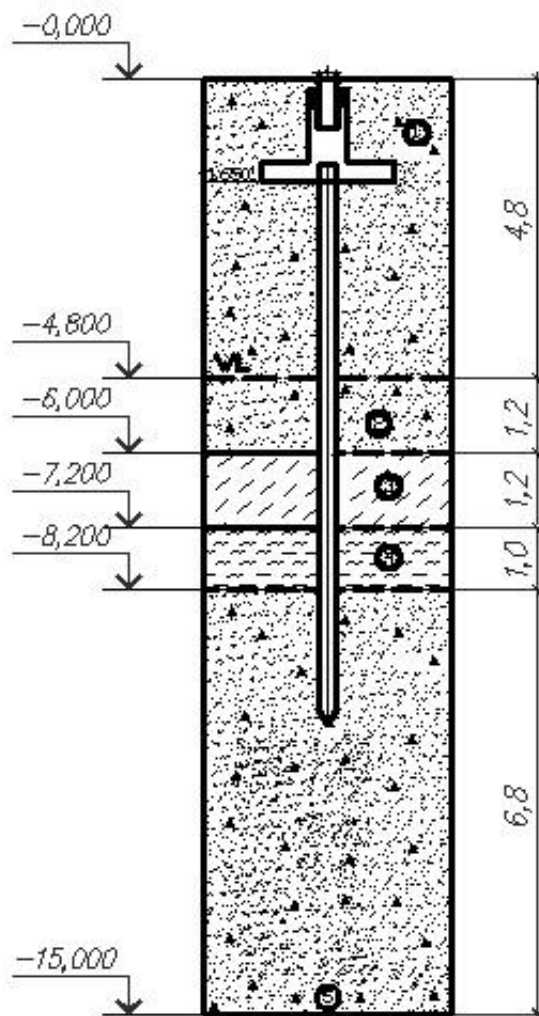


Рисунок 7. ИГР и отметки ростверка и свай.

3.5.2 Несущая способность свай по грунту

Так как свая опирается на сжимаемый грунт, она является висячей сваей, работающей за счет сопротивления грунта под нижним концом и за счет сопротивления грунта по боковой поверхности.

Несущая способность висячих свай определяется по формуле:

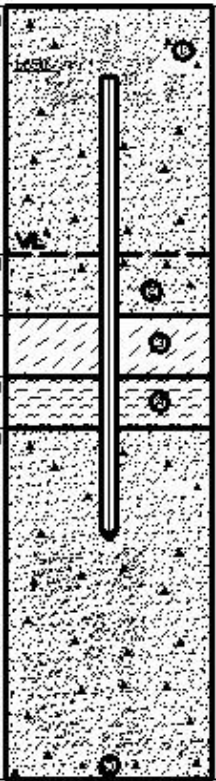
$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cr} R A + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i) = 1,0 (1,0 \cdot 7720 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot \sum 1,0 \cdot 338,7) = 1101,24 \text{ кН},$$

где γ_c – коэффициент условия работы свай в грунте, принимаемый равный 1,0; R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом свай, принимаемый 7753 кПа, согласно табл.2 [2]; $A = 0,09 \text{ м}^2$ – площадь поперечного сечения свай; γ_{cr} – коэффициент условия работы грунта под

нижним концом сваи, принимаемый для свай, погруженных забивкой, равный 1,0; $u = 1,2$ м – периметр поперечного сечения сваи; γ_{cf} – коэффициент условия работы по боковой поверхности сваи, принимаемый для свай, погруженных забивкой, равный 1,0; f_i – расчетное сопротивление грунта по боковой поверхности сваи в пределах i -го слоя грунта, кПа, принимаемый по табл.3 [2]; h_i – толщина i -го слоя грунта, м.

Данные для расчета несущей способности свай приведены в табл.5.

Таблица 5. Определение несущей способности свай.

Эскиз	Толщина слоя, м	Расстояние от поверхности до середины слоя	f_i , кПа	$f_i h_i$, кПа
	1,3	2,15	43	56
	0,2	3,15	49	98
	1,2	3,75	52	62,4
	1,2	4,35	9,4	11,28
	1	4,85	5	5
	1,65	5,68	57,4	106
		до острия – 10,2 м $R=7720$ кПа		$f_i h_i=338,7$

Допускаемая нагрузка на сваю согласно расчету составит $F_d/\gamma_k = 1101,24/1,4 = 786,6$ кН, где $\gamma_k = 1,4$ – коэффициент надежности сваи по нагрузке.

3.5.3 Определение числа свай в фундаменте

Допускаемая нагрузка на сваю составит:

$$N_{\text{св}} \leq F_d / \gamma_k = 1101,24 / 1,4 = 786,6 \text{ кН},$$

Количество свай в кусте определяем по формуле:

$$n = \frac{\Sigma N}{F_d / \gamma_k - 0,9 \cdot d_p \cdot \gamma_{\text{ср}}} = \frac{2320}{786,6 - 0,9 \cdot 1,65 \cdot 20} = 3,07,$$

Принимаем количество свай в кусте 4шт.

где $\Sigma N = N_{\text{max}} + N_{\text{ст}} = 2200 + 120 = 2320$ кН - расчетная нагрузка, F_d / γ_k - допускаемая нагрузка на сваю, $0,9 \cdot d_p \cdot \gamma_{\text{ср}}$ - нагрузка, приходящаяся на одну сваю, м², 0,9 – площадь ростверка, приходящаяся на одну сваю, м², $d_p = 1,65$ м – глубина заложения ростверка, $\gamma_{\text{ср}} = 20$ кН/м – усредненный средний вес ростверка и грунта на его обрезах.

Расстановку свай в кусте принимаем так, чтобы расстояние между осями не превышало 900мм. Размеры ростверка с учетом свеса его за наружные грани свай 150мм, - 1800х1800мм.

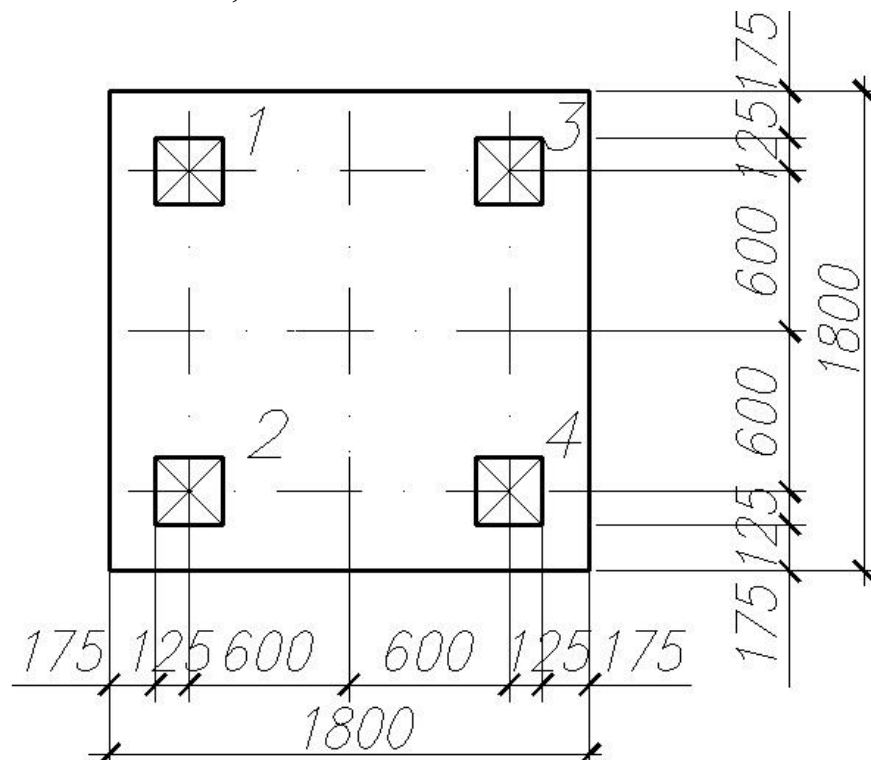


Рисунок 8. Схема расположения свай в кусте.

3.5.4 Приведение нагрузок к подошве ростверка

I комбинация:

$$N'_I = N_{\max} + N_{\text{ст}} + N_p = N_{\max} + N_{\text{ст}} + b_p \cdot l_p \cdot d_p \cdot \gamma_{\text{ср}} \cdot \gamma_n = 2200 + 120 + 1,8 \cdot 1,8 \cdot 1,65 \cdot 20 \cdot 1,1 = 2437,61 \text{ кН};$$

$$M'_I = M_{\text{соом}} + Q_{\text{соом}} \cdot h_p - N_{\text{ст}} \cdot a = 220 + 90 \cdot 1,5 - 120 \cdot 0,44 = 302 \text{ кН};$$

$$Q'_I = Q_{\text{соом}} = 90 \text{ кН}.$$

II комбинация:

$$N'_{II} = N_{\text{соот}} + N_{\text{ст}} + N_p = N_{\text{соот}} + N_{\text{ст}} + b_p \cdot l_p \cdot d_p \cdot \gamma_{\text{ср}} \cdot \gamma_n = 2100 + 120 + 1,8 \cdot 1,8 \cdot 1,65 \cdot 20 \cdot 1,1 = 2337,61 \text{ кН};$$

$$M'_I = M_{\max} + Q_{\text{соом}} \cdot h_p - N_{\text{ст}} \cdot a = -230 - 90 \cdot 1,5 - 120 \cdot 0,44 = -417,8 \text{ кН};$$

$$Q'_I = Q_{\text{соом}} = -90 \text{ кН}.$$

3.5.5 Определение нагрузок на сваи и проверка несущей способности свай

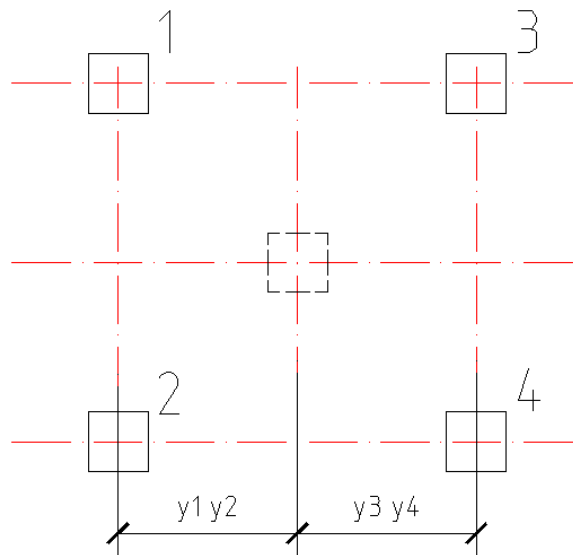


Рисунок 9. Схема к определению нагрузок на сваю.

Проверим выполнение условий:

$$\begin{cases} N_{\text{св}} \leq F_d/\gamma_k; \\ N_{\text{св}}^{\text{кр}} \leq 1,2 F_d/\gamma_k; \\ N_{\text{св}}^{\text{кр}} \geq 0; \end{cases}$$

где $N_{\text{св}}^{\text{кр}}$ - нагрузка на сваю крайнего ряда.

$$N_{\text{св}} = \frac{N'}{n} \pm \frac{M_x \cdot y}{\Sigma(y_i^2)}; \quad Q_{\text{св}} = \frac{Q'}{n};$$

где n – количество свай в кусте; y – расстояние от оси свайного куста до оси сваи, в которой определяется усилие, м; y_i – расстояние от оси куста до каждой сваи, м.

$$\Sigma(y_i^2) = 2,25 \text{ м}^2.$$

Для наглядности сведем полученные данные в табл.6.

Таблица 6. Нагрузки на сваи.

№свай	I комбинация		II комбинация		$F_d/\gamma_k(1,2 F_d/\gamma_k)$, кН
	$N_{\text{св}}$, кН	$Q_{\text{св}}$, кН	$N_{\text{св}}$, кН	$Q_{\text{св}}$, кН	
1,2	513,63	22,5	450,03	22,5	943,92
3,4	714,97	22,5	728,57	22,5	786,6

Из таблицы видно, что несущая способность свай обеспечена. Оставляем 4 сваи.

3.5.6 Конструирование ростверка

Глубина заложения ростверка $d_p = -1,65$ м, высота ростверка $-h_p = 1,5$ м.

Размеры подколонника в плане назначаем типовыми – для колонны сечением 500х500мм они составляют 1200х1200мм.

Высота ступени – 450мм, высота подколонника составит $-h_{\text{cf}} = 1500 - 450 = 1050$ мм.

Глубина заделки колонны в стакан: $d_c = 1000 - 150 = 850$ мм, глубина стакана: $d_p = d_c + 50 = 900$ мм.

Размеры ростверка в плане 1800х1800 мм.

Вылеты ступеней с одной стороны $c_1 = (1800-1200)/2 = 300$ мм, с другой $c_2 = (1800-1200)/2 = 300$ мм.

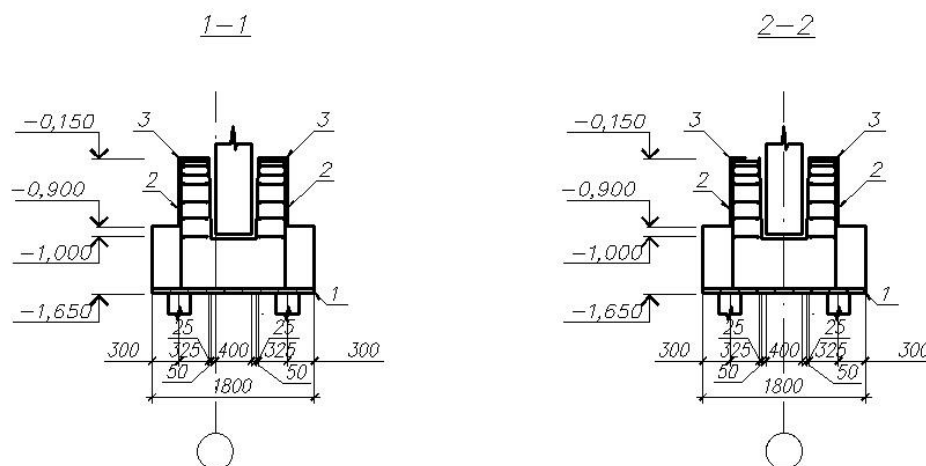


Рисунок 10. Схема с обозначениями размеров фундаментов

3.5.7 Расчёт ростверка на продавливание колонной

Суть проверки заключается в том, чтобы продавливающая сила не превысила прочности бетона на растяжение по граням пирамиды продавливания.

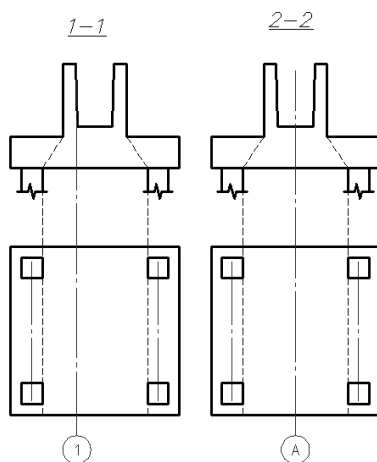


Рисунок 11. Схема продавливания.

Проверка производится из условия:

$$F \leq \frac{2 \cdot R_{bt} \cdot h_{op}}{\alpha} \left[\frac{h_{op}}{c_1} (b_k + c_2) + \frac{h_{op}}{c_2} (l_k + c_1) \right];$$

где $F = 2(N_{св1} + N_{св2}) = 2286,58$ кН - расчетная продавливающая сила; $R_{bt} = 900$ кПа - расчетное сопротивление бетона растяжению для класса бетона В20; $h_{ор}$ - рабочая высота ступени ростверка; α - коэффициент, учитывающий частичную передачу продольной силы N через стенки стакана, определяемый по формуле:

$$\alpha = 1 - \frac{0,4 \cdot R_{bt} \cdot A_c}{N_k} = 1 - \frac{0,4 \cdot 900 \cdot 2(0,4 + 0,6)0,85}{1208} = 0,49 < 0,85.$$

Принимаем $\alpha = 0,85$.

b_k, l_k - размеры сечения колонны, м; c_1, c_2 - расстояние от граней колонны до граней основания пирамиды продавливания, м, принимаются не более $h_{ор} = 0,45 - 0,05 = 0,40$ м и не менее $0,4 h_{ор} = 0,16$ м. Принимаем $c_1 = h_{ор} = 0,550$ м, $c_2 = 0,400$ м.

$$F = 2286,58 \text{ кН} \leq \frac{2 \cdot 900 \cdot 0,55}{0,85} \left[\frac{0,55}{0,55} (0,4 + 0,4) + \frac{0,55}{0,4} (0,4 + 0,55) \right] \\ = 2453,16 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

3.5.8 Проверка ростверка на продавливание угловой сваей

Производим проверку на продавливание угловой сваей.

Проверка производится по формуле:

$$N_{св} \leq R_{bt} \cdot h_{o1} [\beta_1(b_{o2} + 0,5c_{o2}) + \beta_2(b_{o1} + 0,5c_{o1})];$$

где $N_{св} = 417,6$ - наибольшее усилие в угловой свае, кН; $R_{bt} = 900$ кПа - расчетное сопротивление бетона растяжению для класса бетона В20; $h_{o1} = 0,4$ - рабочая высота ступени ростверка; $b_{o1} = b_{o2} = 0,45$ - расстояние от внутренних граней сваи до наружных граней ростверка, м; c_{o1}, c_{o2} - расстояние от внутренней грани свай до подколонника, м, при расстоянии более h_{o1} , принимаем $c_{oi} = h_{o1}$, при расстоянии менее $0,4h_{o1}$, принимаем $c_{oi} = 0,4h_{o1}$; β_1, β_2 - коэффициенты, принимаемые по табл. 3 [4].

Таким образом,

$$c_{o1} = h_{o1} = 0,4 \text{ м}; \quad h_{o1}/c_{o1} = 1, \quad \beta_1 = 0,6.$$

$$c_{o2} = 0,4 \text{ м}; \quad h_{o1}/c_{o2} = 1, \quad \beta_2 = 0,6.$$

$$417,6 < 900 \cdot 0,4[0,6(0,45 + 0,5 \cdot 0,22) + 1,0(0,45 + 0,5 \cdot 0,22)] = 420,8 \text{ кН}; \text{ Условие удовлетворяется.}$$

3.5.9 Расчёт ростверка на изгиб

Рассчитаем и запроектируем арматуру плитной части фундамента.

Под давлением отпора грунта фундамент изгибается, в сечениях возникают моменты, которые определяют, считая ступени работающими как консоль, защемленная в теле фундамента, по формуле:

$$\begin{aligned} M_{xi} &= N_{cvi} x_i, \\ M_{yi} &= N_{cvi} y_i, \end{aligned}$$

где N_{cvi} – расчетная нагрузка на сваю, кН; x_i, y_i – расстояние от центра каждой сваи в пределах изгибаемой консоли до рассматриваемого сечения.

По величине моментов в каждом сечении определим площадь рабочей арматуры:

$$A_{si} = \frac{M_i}{\xi h_{oi} R_s},$$

где h_{oi} – рабочая высота каждого сечения, м, определяется как расстояние от верха сечения до центра рабочей арматуры:

для сечения 1-1: $h_{o1} = h_1 - 0,05 = 0,45 - 0,05 = 0,4 \text{ м};$

для сечения 2-2: $h_{o2} = h - 0,05 = 1,5 - 0,05 = 1,45 \text{ м};$

для сечения 1'-1': $h_{o1}' = h_1 - 0,05 = 0,45 - 0,05 = 0,4 \text{ м};$

для сечения 2'-2': $h_{o2}' = h - 0,05 = 1,5 - 0,05 = 1,45 \text{ м};$

R_s – расчетное сопротивление растяжению, для арматуры А-III - $R_s = 365 \text{ МПа};$

ξ – коэффициент, определяемый в зависимости от величины :

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i h_{oi}^2 R_b},$$

b_i – ширина сжатой зоны сечения.

R_b – расчетное сопротивление на осевое сжатие, для бетона В20 - $R_b = 11,5 \text{ МПа}.$

Результаты расчета приведены в табл. 7.

Таблица 7. Результаты расчета армирования плитной части фундамента.

Сечение	$x_i, y_i, \text{ м}$	$M, \text{ кН} \cdot \text{м}$	α_m	ξ	$h_{oi}, \text{ м}$	$A_s, \text{ см}^2$
1-1	0,45	256,195	0,058	0,970	0,5	14,47
1'-1'	0,45	315,45	0,071	0,962	0,5	17,97

Конструируем сетку С-1. Шаг арматуры в обоих направлениях принимаем 200мм, таким образом сетка С-1 имеет в направлении l - 10ø14 А-III с $A_s = 15,39 \text{ см}^2 (>14,47 \text{ см}^2)$, в направлении b - 10ø16 А-III с $A_s = 20,11 \text{ см}^2 (> 17,97 \text{ см}^2)$. Длины стержней принимаем соответственно 2350мм и 2350мм.

Подколонник армируем двумя сетками С-2, принимая продольную арматуру конструктивно с шагом 200 мм - 6ø12 А-III с $A_s = 7,88 \text{ см}^2$ с каждой стороны подколонника, l = 1450 мм; поперечную с шагом 600 - 2ø6 А-I с $A_s = 0,57 \text{ см}^2$, l = 1150 мм, предусматривая ее только на участке от дна стакана до подошвы.

Стенки стакана армируем сеткой С-3, диаметр арматуры принимаем – ø8 А-I, длину всех стержней 1350. Сетки С-3 устанавливаются следующим образом: защитный слой у верхней сетки – 50мм; расстояние между сетками – 50, 100, 100, 200 и 200мм.

3.6. Подбор сваебойного оборудования и расчет отказа

Критериями контроля несущей способности свай при погружении являются глубина погружения и отказ.

Для забивки свай выбираем подвесной механический молот.

Отношение массы ударной части молота (m_4) к массе сваи (m_2) должно быть не менее 1,5 при забивке свай в грунты средней плотности. Так как масса сваи $m_2=2,28 \text{ т}$, принимаем массу молота $m_4=4\text{т}$. Расчетный отказ сваи желательно должен находиться в пределах 0,005-0,01м.

Отказ определяем по формуле:

$$S_a = \frac{E_d \cdot \eta \cdot A}{F_d(F_d + \eta \cdot A)} \cdot \frac{m_1 + 0,2(m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3};$$

где $E_d = 10 \cdot m_4 \cdot H_{\text{под}} = 10 \cdot 4 \cdot 1 = 40 \text{ кДж}$ - энергия удара для подвесных дизелей молотов, $m_4 = 4 \text{ т}$ – масса молота, $H_{\text{под}} = 1\text{м}$ – высота подъема молота; η - коэффициент, принимаемы для железобетонных свай 1500 кН/м^2 ; $A = 0,09\text{м}^2$ - площадь поперечного сечения сваи; $F_d = 560 \text{ кН}$ - несущая способность сваи; $m_1 = m_4 = 4 \text{ т}$ – полная масса молота для

механических молотов; $m_2 = 2,28$ т - масса свай; $m_3 = 0,2$ т - масса наголовника.

$$S_a = \frac{40 \cdot 1500 \cdot 0,09}{1786,35(1786,35 + 1500 \cdot 0,09)} \cdot \frac{4 + 0,2(2,28 + 0,2)}{4 + 2,28 + 0,2} = 0,0012\text{м} \\ = 0,12 \text{ см.}$$

Расчетный отказ свай находится в пределах 0,005-0,01м

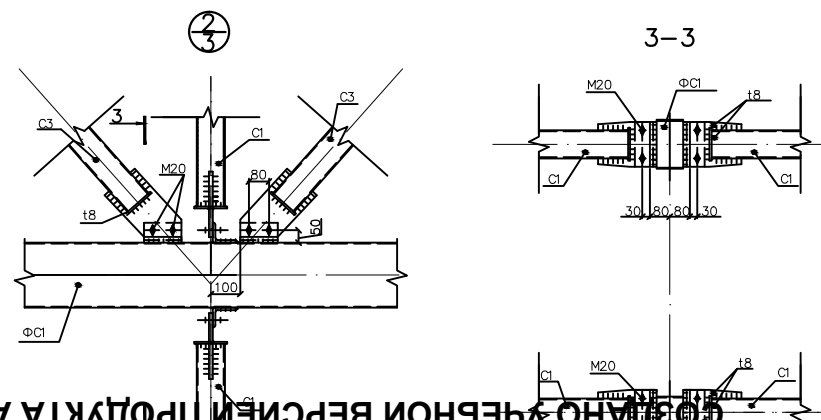
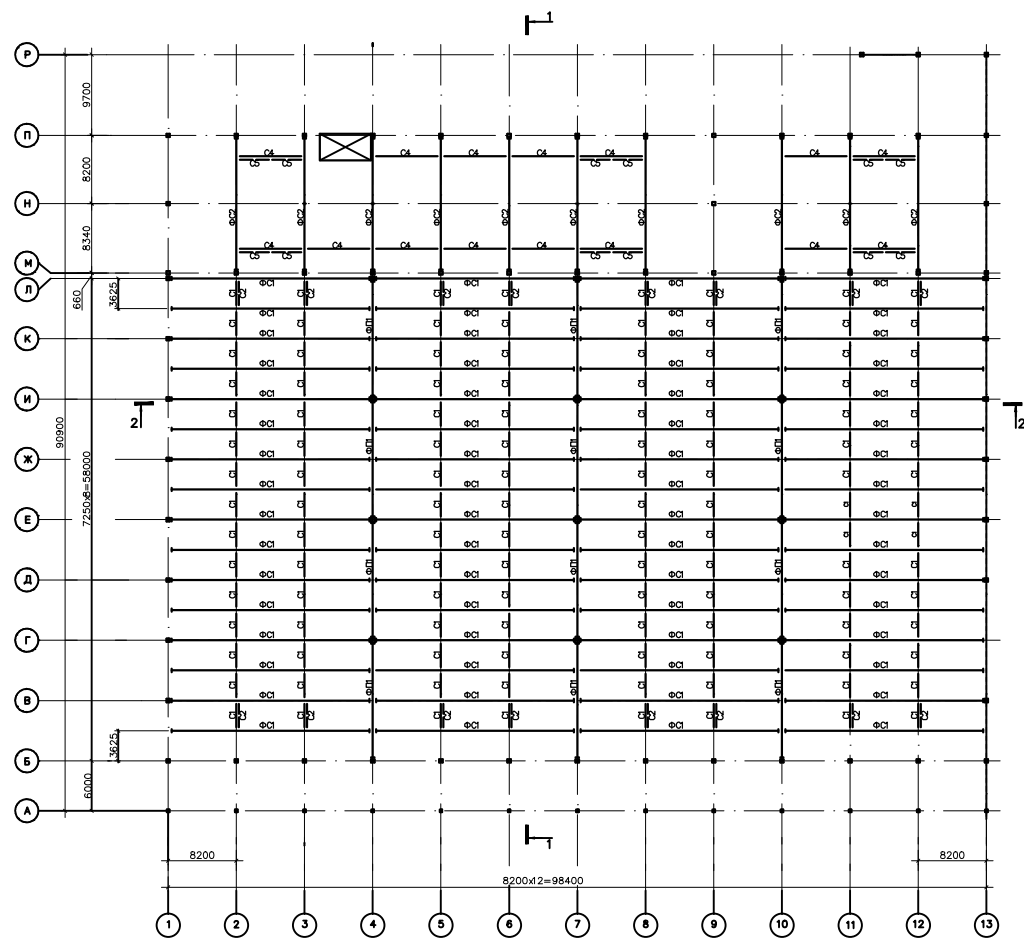
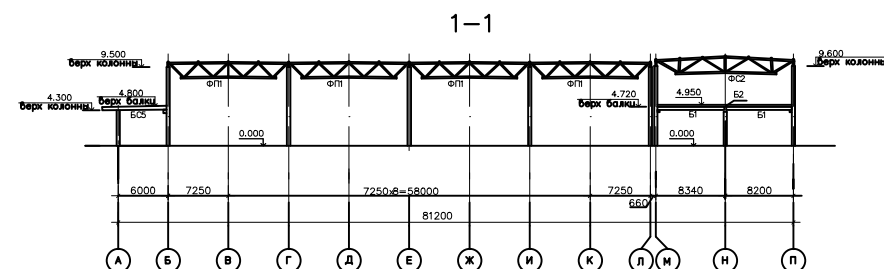
3.7 Подсчёт объёмов и стоимости работ





















Номер расценок	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел·ч	
				Ед.изм	Всего	Ед.изм	Всего
1-230	Разработка грунта 1 гр. бульдозером	1000м ₃	0,050	33,8	1,69	-	-
1-935	Ручная доработка грунта 1 гр.	м ³	0,738	0,69	0,51	1,25	0,92
	Стоимость свай	пог.м.	80	7,68	614,4	-	-
5-9	Забивка свай в грунт 1гр.	м ³	7,2	16,5	118,8	2,70	19,44
5-31	Срубка голов свай	свая	8	1,19	9,52	0,96	7,68
6-2	Устройство подбетонки	м ³	0,736	39,10	28,78	4,50	3,31
6-6	Устройство монолитного ростверка	м ³	4,8	42,76	205,25	6,66	31,97
	Стоимость арматуры ростверка	т	0,15267	240	36,64	-	-
1-255	Обратная засыпка 1 гр. грунта бульдозером	1000м ₃	0,045	14,9	0,67	-	-
Итого:					1016,26	-	63,32

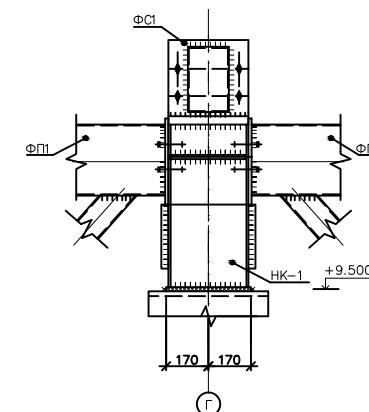
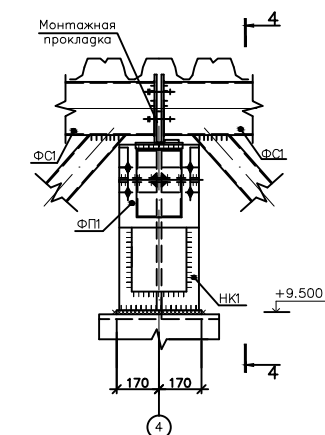
3.7 Выбор оптимального варианта фундамента

В ходе выполнения курсового проекта были запроектированы два вида фундаментов под крайнюю рядовую колонну одноэтажного промышленного здания: фундамент неглубокого заложения – монолитный железобетонный столбчатый и свайный.

Столбчатый фундамент более экономичный по стоимости и менее трудоемок по сравнению со свайным. Таким образом, главным критерием в данном случае будет экономичность фундамента, поэтому предпочтение отдаем фундаменту неглубокого заложения. Однако следует отметить, что при строительстве и дальнейшей эксплуатации здания следует не допускать замачивания несущих слоев грунта, что в свою очередь требует серьезного подхода к проектированию систем инженерного обеспечения здания.



Марка элемента	Сечение			Условия для прикрепления			Марка или наименование металла	Примечание
	Эскиз	Пов.	Состав	Q, кН	N, кН	M, кН м		
ФП								
ФС1								
ФС2								
ФСУ								
П1								
БС1		1	—650±6					С345
		2	—240±4					
БС2		1	—450±6					С345
		2	—200±0					
БС3		1	—450±6					С345
		2	—200±0					
БС4		1	—450±6					С345
		2	—200±0					
БС5			±35Bt					С345
П2			±30Bt					С245
П3			±30Bt					С345
Б6		1	—450±0					С345
		2	—200±2					
Б2		1	—650±0					С345
		2	—240±20					
Б3		1	—450±0					С345
		2	—200±6					
С1			Гнв 80х3					С245
С2			Гнв 80х3					С245
С3			Гнв 80х3					С245
С4			Гнв 120х3					С245
С5			Гнв 80х3					С245



1. Все заводские соединения — сварные, монтажные — на сварке и болтах класса точности В.
2. Для болтовых соединений применять болты М20 нормальной точности по ГОСТ 7798—70* класса прочности 5.8.
3. Все электрические электроприводы для ручной болтки на монтаже должны соответствовать электродам типа 350 по ГОСТ 9467—75*.
4. Лист 3 читать совместно с листом 4.

					БР-08.03.01.00.01 КМ				
					ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"				
					Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Инициалы и фамилия автора	Страница	Лист	Листов
Разработчик	Шаталова А.В.								

4.1 Область применения

Технологическая карта разработана на монтаж металлического каркаса многофункционального торгового комплекса г. Калуга, Калужской области.

В технологической карте предусмотрены следующие виды работ:

- разгрузка металлических конструкций;
- монтаж стальных колонн;
- монтаж вертикальных связей по колоннам;
- монтаж главных и второстепенных балок покрытия и перекрытия;
- установка профилированного стального настила;

Работы по монтажу металлического каркаса здания производятся в две смены.

4.2 Выбор монтажного крана для возведения каркаса здания

Выбор крана для монтажа элементов каркаса здания производится с учетом требуемой высоты подъема элементов, веса монтажного элемента, необходимого вылета стрелы монтажного крана, технических и технико – экономических показателей и их работы.

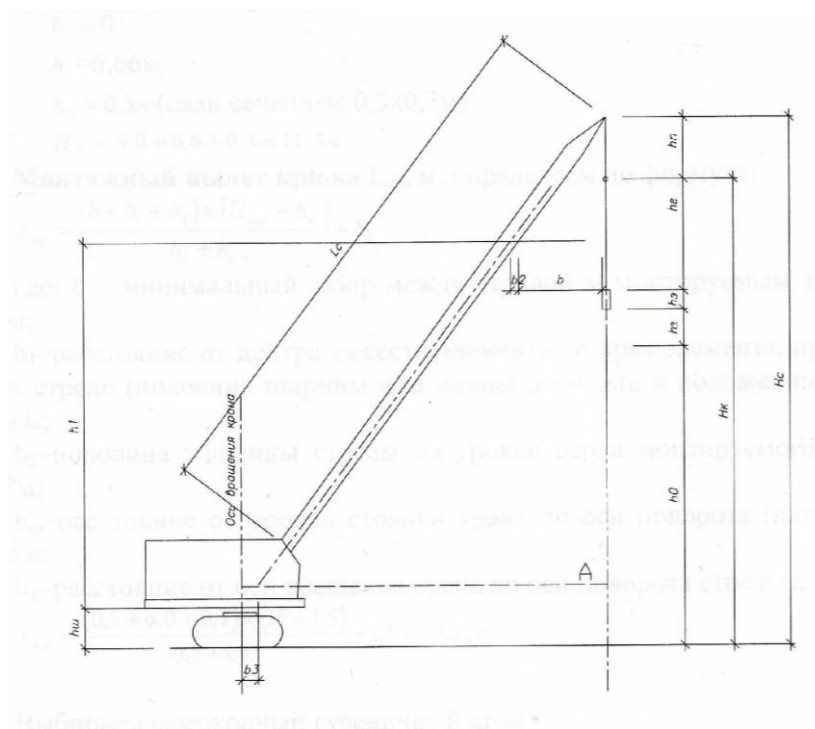


Рисунок 4.1 – Схема крана

Монтажная масса M_m , т определяется по формуле

$$M_m = M_3 + M_r, \quad (4.1)$$

где M_3 – масса наиболее тяжелого элемента;

M_r – масса грузозахватного устройства, строп 4СК-10-4.

Принимаем: $M_r = 0,512$ т; $M_3 = 2,346$ т.

Подставляем в формулу (4.1), получаем

$$M_m = 2,346 + 0,512 = 2,86 \text{ т.}$$

Монтажная высота подъема крюка H_k , м, определяется по формуле

$$H_k = h_0 + h_3 + h_9 + h_r, \quad (4.2)$$

где h_0 – расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента;

h_3 – запас по высоте, необходимый для перемещения монтируемого элемента над ранее смонтированными конструкциями и установки его в проектное положение, принимается по правилам техники безопасности;

h_9 – высота элемента;

h_r – высота грузозахватного устройства.

Принимаем: $h_0 = 10,55$ м; $h_3 = 0,5$ м; $h_9 = 1,84$ м; $h_r = 2,5$ м.

Подставляем в формулу (4.2), получаем

$$H_k = 10,55 + 0,5 + 1,84 + 2,5 = 15,4 \text{ м.}$$

Расстояние от уровня стоянки крана до верха стрелы:

$$H_c = H_k + h_{\Pi}, \text{ где} \quad (4.3)$$

h_{Π} – размер грузового полиспаста в стянутом состоянии, м.

$$H_c = 15,4 + 2 = 17,4 \text{ м.}$$

Монтажный вылет крюка:

$$L_k = \frac{(b + b_1 + b_2)(H_c - h_{\text{ш}})}{h_r + h_{\Pi}} + b_3, \text{ где}$$

b – минимальный зазор между стрелой и монтируемым элементом;

b_1 – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента, приближенного к стреле;

$b_2, b_3, h_{\Pi}, h_{\text{ш}}$ – технические характеристики.

$$L_k = \frac{(0,5 + 12,3 + 0,7)(17,4 - 1,85)}{2,5 + 2} + 1,2 = 47,85 \text{ м.}$$

Длина стрелы:

$$L_c = \sqrt{(L_k - b_3)^2 + (H_c - h_{\text{ш}})^2} = \sqrt{(47,85 - 1,2)^2 + (17,4 - 2)^2} = 49,13 \text{ м.}$$

Выбираем автомобильный кран КАТО НК - 1600 со следующими характеристиками: грузоподъемность 160 т, вылет крюка 56 м, высота подъема крюка 72 м.

4.3 Организация и технология выполнения работ

4.3.1 Подготовительные работы

Основанием для начала работ по монтажу металлического каркаса зданий служит Акт технической готовности нулевого цикла к монтажу. К акту приемки прилагают исполнительные геодезические схемы с нанесением положения опорных поверхностей в плане и по высоте.

До начала монтажа колонн должны быть полностью закончены и приняты следующие виды работ:

- устройство фундаментов под монтаж колонн;
- обратная засыпка пазух котлована;
- устроены временные дороги для проезда автотранспорта;
- устроены площадки складирования конструкций и работы крана;
- организована рабочая зона строительной площадки.

До начала монтажа металлического каркаса здания необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- ограждение и обустройство строительной площадки;
- подвод и устройство внутриплощадочных инженерных сетей.
- обеспечение площадки связью для оперативно – диспетчерского управления производством работ;
- монтаж наружного и внутреннего освещения;
- устройство внутриплощадочных временных и постоянных дорог, подъездных путей;
- детальная геодезическая разбивка с выносом главных осей и осей устанавливаемых элементов на обноску, а также закрепление вертикальных отметок на временных реперах;
- подготовка конструкции и соединительных деталей, необходимых для монтажа;
- доставка в зону монтажа конструкций, оснастку и инструментарий.

Разбивку основных осей здания необходимо выполнять с выноса в натуру двух крайних точек, определяющих положение наиболее длинной продольной оси здания. На разбивочном чертеже указываются все расстояния между осями и привязку конструкций. Оси здания на обноску переносятся с помощью теодолита. На случай повреждения обноски главные оси закрепляются на местности. Для этого в их створе на расстоянии 5 – 10 м от будущего здания устанавливаются временные, выносные контрольные знаки с осевыми рисками. Для вертикальной разбивки вблизи от строящегося здания устраивается рабочий репер. Отметка репера определяется от ближайших реперов государственной нивелирной сети. Чтобы упростить

вычисление отметок, отсчеты высот ведутся от условной нулевой отметки – уровня пола первого этажа. Зная абсолютную отметку рабочего репера, определяется абсолютная отметка уровня пола первого этажа.

До начала монтажа конструкций надземной части на монтажный горизонт цоколя выносят базовые оси и выполняют детальные разбивочные работы.

Металлоконструкции доставляются непосредственно к объекту работ в разобранном виде, далее сортируются и раскладываются в порядке удобном для монтажа здания.

При погрузочно – разгрузочных работах, транспортировке и хранении металлоконструкции необходимо оберегать от механических повреждений, для чего их следует укладывать в устойчивом положении на деревянные подкладки и закреплять с помощью инвентарных креплений. Деформированные конструкции следует выправить способом холодной или горячей правки. Запрещается сбрасывать конструкции с транспортных средств или волочить их по любой поверхности. Во время погрузки следует применять стропы из мягкого материала.

На центральном складе Подрядчика конструкции хранятся на открытых, спланированных площадках с покрытием из щебня или песка высотой 5 –10 см в штабелях с прокладками в том же положении, в каком они находились при перевозке.

Прокладки между конструкциями укладываются одна над другой строго по вертикали. Сечение прокладок и подкладок обычно квадратное, со сторонами не менее 25 см. Размеры подбирают с таким расчетом, чтобы вышележащие конструкции не опирались на выступающие части нижележащих конструкций.

Зоны складирования разделяют сквозными проходами шириной не менее 1,0 м через каждые два штабеля в продольном направлении и через 25,0 м в поперечном. Для прохода к торцам изделий между штабелями устраивают разрывы, равные 0,7 м. Между отдельными штабелями оставляют зазор шириной не менее 0,2 м, чтобы избежать повреждений элементов при погрузочно-разгрузочных операциях. Монтажные петли конструкций должны быть обращены вверх, а монтажные маркировки - в сторону прохода.

При подготовке колонн к монтажу на них наносят следующие риски: продольной оси колонны, на уровне низа колонны и верха фундамента. Затем обстраивают монтажными лестницами и подмостями, необходимыми для монтажа последующих конструкций.

4.3.2 Работы по монтажу металлического каркаса здания

Монтаж металлических конструкций осуществляется согласно [24], [25], [26], рабочего проекта и инструкций заводов – изготовителей. Замена

предусмотренных проектом конструкций и материалов допускается только по согласованию с проектной организацией и заказчиком.

Комплексный процесс монтажа металлических конструкций состоит из следующих процессов и операций:

- монтаж стальных колонн;
- монтаж вертикальных связей по колоннам;
- монтаж главных и второстепенных балок;
- установка профилированного стального настила;
- электросварка.

При монтаже стальных колонн необходимо выполнять следующие виды операций: строповка, подъем, наводка на опоры, выверка и закрепление. Стропуют колонны за верхний конец. В некоторых случаях для понижения центра тяжести к башмаку колонны крепят дополнительный груз. Колонны захватывают стропами или полуавтоматическими захватными приспособлениями. После проверки надежности строповки колонну устанавливает звено из 4 – х рабочих. Звеньевой подает сигнал о подъеме колонны. На высоте 30 – 40 см над верхним обреза фундамента монтажники направляют колонну на анкерные болты, а машинист плавно опускает ее. При этом два монтажника придерживают колонну, а два других обеспечивают совмещение в плане осевых рисок на башмаке колонны с рисками, нанесенными на опорных плитах, что обеспечивает проектное положение колонны, и она может быть закреплена анкерными болтами. Дополнительного смещения колонны для выверки по осям и по высоте в этом случае не требуется.

Перед установкой колонны необходимо прокручивать гайки по резьбе анкерных болтов. Кроме того, резьбу болтов смазывают и предохраняют от повреждения колпачками из газовых труб.

Первыми монтируют пару колонн, между которыми расположены вертикальные связи, закрепляют их фундаментными болтами. Раскрепляют первую пару колонн связями и балками. Стропы снимают с колонны только после ее постоянного закрепления. Устанавливают после каждой очередной колонны балку, вертикальные связи или распорку, т.к. колонна должна быть быстро закреплена к смонтированным конструкциям и расстроплена, чтобы не простаивал монтажный кран. Вертикальные связи должны быть установлены и закреплены согласно проекту, временное закрепление конструкции выполняют сварными и болтовыми соединениями.

Геодезический контроль правильности установки колонн по вертикали осуществляется с помощью двух теодолитов, во взаимно – перпендикулярных плоскостях, с помощью которых проецируют верхнюю осевую риску на уровень низа колонны.

После проверки вертикальности ряда колонн нивелируют верхние плоскости их консолей и торцов, которые являются опорами для ригелей, балок и балок покрытия. По завершению монтажа колонн и их

нивелирования определяют отметки этих плоскостей. На земле перед монтажом колонны с помощью рулетки от верха колонны или от консоли отмеряют целое число метров так, чтобы до пяты колонны оставалось не более 1,5 м и на этом уровне краской проводят горизонтальную черту. После установки колонн нивелирование осуществляют по этому горизонту.

Для строповки балок применяются траверсы с полуавтоматическими захватами, обеспечивающими дистанционную расстроповку. Стропуют балки за две или четыре точки. Монтаж балок выполняет звено рабочих – монтажников из пяти человек. К работе также привлекают электросварщика. При подъеме балки ее положение в пространстве регулируют, удерживая балку от раскачивания, с помощью канатов – оттяжек двое монтажников. После подъема в зону установки балку разворачивают при помощи расчалок поперек пролета два монтажника.

На высоте около 0,6 м над местом опирания балку принимают двое других монтажников (находящиеся на монтажных площадках, прикрепленных к колоннам). Наводят ее, совмещая риски, фиксирующие геометрические оси балок с рисками осей колонн в верхнем сечении и устанавливают в проектное положение. В поперечном направлении балку при необходимости смещают ломом без ее подъема, а для смещения балки в продольном направлении ее предварительно поднимают. После монтажа очередной балки монтируют 3 – 4 прогона, необходимые для обеспечения устойчивости и ее расстроповки.

4.3.3 Заключительные работы

После завершения основных работ необходимо очистить строительную площадку от строительного мусора, снять ограждения и предупредительные знаки опасных зон. Убрать с территории технологическое оборудование, оснастку и инструменты, передать подрядчику исполнительную и техническую документацию на выполненные работы.

4.4 Требования к качеству работ

Контроль и оценку качества работ при монтаже металлических конструкций выполняется согласно [24], [27], [28].

С целью обеспечения необходимого качества монтажа конструкций, монтажно – сборочные работы подвергнуть контролю на всех стадиях их выполнения. Производственный контроль подразделяется на входной, операционный (технологический), инспекционный и приемочный. Контроль качества выполняемых работ осуществлять специалистами или специальными службами, оснащенными техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля, и возлагается на руководителя производственного подразделения (прораба, мастера), выполняющего монтажные работы.

Металлические конструкции, поступающие на объект, должны отвечать требованиям соответствующих стандартов, технических условий на их изготовление и рабочих чертежей.

До проведения монтажных работ металлические конструкции, соединительные детали, арматура и средства крепления, поступившие на объект, должны быть подвергнуты входному контролю. Количество изделий и материалов, подлежащих входному контролю, должно соответствовать нормам, приведенным в технических условиях и стандартах.

Входной контроль проводится с целью выявления отклонений от этих требований. Входной контроль поступающих металлических конструкций осуществляется внешним осмотром и путем проверки их основных геометрических размеров и наличие рисок. Каждое изделие должно иметь маркировку, выполненную несмываемой краской. Если отклонения превышают допуски, заводам-изготовителям направляют рекламации, а конструкции бракуют. Все конструкции, соединительные детали, а также средства крепления, поступившие на объект, должны иметь сопроводительный документ (паспорт), в котором указываются наименование конструкции, ее марка, масса, дата изготовления. Паспорт является документом, подтверждающим соответствие конструкций рабочим чертежам, действующим ГОСТам или ТУ.

Результаты входного контроля оформляются Актом и заносятся в Журнал учета входного контроля материалов и конструкций.

В процессе монтажа необходимо проводить операционный контроль качества работ. Это позволит своевременно выявить дефекты и принять меры по их устранению и предупреждению. Контроль проводится под руководством мастера, прораба, в соответствии со Схемой операционного контроля качества монтажа конструкций.

При операционном (технологическом) контроле надлежит проверять соответствие выполнения основных производственных операций по монтажу требованиям, установленным строительными нормами и правилами, рабочим проектом и нормативными документами.

Результаты операционного контроля должны быть зарегистрированы в Журнале работ по монтажу строительных конструкций.

По окончании монтажа конструкций производится приемочный контроль выполненных работ, при котором проверяющим представляется следующая документация:

- детализовочные чертежи конструкций;
- журнал работ по монтажу строительных конструкций;
- акты освидетельствования скрытых работ;
- акты промежуточной приемки смонтированных конструкций;
- исполнительные схемы инструментальной проверки смонтированных конструкций;
- документы о контроле качества сварных соединений;
- паспорта на конструкции;

– сертификаты на металл.

При инспекционном контроле проверять качество монтажных работ выборочно по усмотрению заказчика или генерального подрядчика с целью проверки эффективности ранее проведенного производственного контроля. Этот вид контроля может быть проведен на любой стадии монтажных работ.

Результаты контроля качества, осуществляемого техническим надзором заказчика, авторским надзором, инспекционным контролем и замечания лиц, контролирующих производство и качество работ, должны быть занесены в Журнал работ по монтажу строительных конструкций и фиксируются также в Общем журнале работ. Вся приемо – сдаточная документация должна соответствовать требованиям [29].

Качество производства работ обеспечивать выполнением требований к соблюдению необходимой технологической последовательности при выполнении взаимосвязанных работ и техническим контролем за ходом работ, изложенным в Проекте организации строительства и Проекте производства работ, а также в Схеме операционного контроля качества работ. Контроль качества монтажа ведут с момента поступления конструкций на строительную площадку и заканчивают при сдаче объекта в эксплуатацию.

Операционный контроль качества монтажных работ представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Операционный контроль качества монтажных работ

Наименование операций, подлежащих контролю	Предмет, состав и объем проводимого контроля, предельное отклонение	Способы контроля
Монтаж колонн	Смещение осей колонн относительно разбивочных осей ± 5 . Отклонение осей колонн от вертикали в верхнем сечении - 10 мм. Кривизна колонны - 0,0013 расстояния между точками закрепления.	теодолит, рулетка, нивелир
Отметки опорных узлов	Отклонение верха опорного узла от проектного - ≤ 20 мм.	уровень, нивелир
Монтаж балок	Смещение осей балок относительно разбивочных осей колонн - ≤ 5 мм. Отклонение от совмещения оси балки с рисками на колонне - ≤ 8 мм.	теодолит, рулетка, нивелир

На объекте строительства вести Общий журнал работ, Журнал авторского надзора проектной организации, Журнал работ по монтажу строительных конструкций, Журнал геодезических работ, Журнал сварочных работ, Журнал антикоррозийной защиты сварных соединений.

4.5 Потребность в материально - технических ресурсах

Колонны – 178 шт.

Связи вертикальные – 240 шт.

Балки перекрытия – 1434 шт.

Балки покрытия – 332 шт.

Профилированный настил – 1528 м².

Горизонтальные связи – 11 шт.

4.6 Техника безопасности и охрана труда

Производство монтажных работ следует выполнять согласно [30], [31], [32], [33], [34], [35], [36].

Ответственность за выполнение мероприятий по технике безопасности, охране труда, пожарной и экологической безопасности возлагается на руководителей работ, назначенных приказом. Ответственное лицо осуществляет организационное руководство монтажными работами непосредственно или через бригадира. Распоряжения и указания ответственного лица являются обязательными для всех работающих на объекте.

Охрана труда рабочих должна обеспечиваться выдачей администрацией необходимых средств индивидуальной защиты (специальной одежды, обуви и др.), выполнением мероприятий по коллективной защите рабочих (ограждения, освещение, вентиляция, защитные и предохранительные устройства и приспособления и т.д.), санитарно-бытовыми помещениями и устройствами в соответствии с действующими нормами и характером выполняемых работ. Рабочим должны быть созданы необходимые условия труда, питания и отдыха. Работы выполняются в спецобуви и спецодежде. Все лица, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски.

Решения по технике безопасности должны учитываться и находить отражение в организационно-технологических картах и схемах на производство работ.

Монтажные работы следует вести только при наличии проекта производства работ, технологических карт или монтажных схем. При отсутствии указанных документов монтажные работы вести запрещается.

В проектах производства работ следует предусматривать рациональные режимы труда и отдыха в соответствии с различными климатическими зонами страны и условиями труда.

Порядок выполнения монтажа конструкций, определенный проектом производства работ, должен быть таким, чтобы предыдущая операция полностью исключала возможность опасности при выполнении последующих.

Монтаж конструкций должны проводить монтажники, прошедшие специальное обучение и ознакомленные со спецификой монтажа металлических конструкций.

Работы по монтажу металлических конструкций разрешается производить только исправным инструментом, при соблюдении условий его эксплуатации. Монтажникам выполняющим работы на высоте выполнять работы при страховке монтажными поясами, прикрепленным к местам, указанным производителем работ. Монтажный пояс должен быть испытан, и иметь бирку.

Перед допуском к работе по монтажу металлоконструкций руководители организаций обязаны обеспечить обучение и проведение инструктажа по технике безопасности на рабочем месте. Ответственность за правильную организацию безопасного ведения работ на объекте возлагается на производителя работ и мастера.

Рабочие, выполняющие монтажные работы, обязаны знать:

- опасные и вредные для организма производственные факторы выполняемых работ;
- правила личной гигиены;
- инструкции по технологии производства монтажных работ, содержанию рабочего места, по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной безопасности;
- правила оказания первой медицинской помощи.

В целях безопасности ведения работ на объекте бригадир обязан перед началом смены лично проверить состояние техники безопасности во всех рабочих местах руководимой им бригады и немедленно устранить обнаруженные нарушения. Если нарушения не могут быть устранены силами бригады или угрожают здоровью или жизни работающих, бригадир должен доложить об этом мастеру или производителю работ и не приступать к работе. Постоянно в процессе работы обучать членов бригады безопасным приемам труда, контролировать правильность их выполнения, обеспечивать трудовую дисциплину среди членов бригады и соблюдение ими правил внутреннего распорядка и немедленно устранять нарушения техники безопасности членами бригады. Организовать работы в соответствии с проектом производства работ. Не допускать до работы членов бригады без средств индивидуальной защиты, спецодежды и спецобуви. Следить за чистотой рабочих мест, ограждением опасных мест и соблюдением необходимых габаритов. Не допускать нахождения в опасных зонах членов бригады или посторонних лиц. Не допускать до работы лиц с признаками заболевания или в нетрезвом состоянии, удалять их с территории строительной площадки.

Лицо, ответственное за безопасное производство работ, обязано ознакомить рабочих с Рабочей технологической картой под роспись; следить за исправным состоянием инструментов, механизмов и приспособлений;

разъяснить работникам их обязанности и последовательность выполнения операций.

Применять электрические машины (электрифицированный инструмент) следует согласно [37], [38]. Применять ручные электрические машины допускается только в соответствии с назначением, указанным в паспорте; перед началом работы следует проверить исправность машины: исправность кабеля (шнура), четкость работы выключателя, работу на холостом ходу.

К работе с ручными электрическими машинами (электрифицированным инструментом) допускаются лица, прошедшие производственное обучение и имеющие квалификационную группу по технике безопасности.

Перед началом работ машинист грузоподъемного крана должен проверить:

- механизм крана, его тормоза и крепление, а также ходовую часть и тяговое устройство;
- исправность приборов и устройств безопасности на кране (конечных выключателей, указателя грузоподъемности в зависимости от вылета стрелы, сигнального прибора, аварийного рубильника, ограничителя грузоподъемности и др.);
- стрелу и ее подвеску;
- состояние канатов и грузозахватных приспособлений (траверс, крюков).
- на холостом ходу все механизмы крана, электрооборудование, звуковой сигнал, концевые выключатели, приборы безопасности и блокирующие устройства, тормоза и противоугонные средства. При обнаружении неисправностей и невозможности их устранения своими силами крановщик обязан доложить механику или мастеру. Работать на неисправном кране запрещается.

При производстве работ по монтажу конструкций необходимо соблюдать следующие правила:

- при работе со стальными канатами следует пользоваться брезентовыми рукавицами;
- запрещается во время подъема грузов ударять по стропам и крюку крана;
- запрещается стоять, проходить или работать под поднятым грузом;
- запрещается оставлять грузы, лежащими в неустойчивом положении;
- машинист крана не должен опускать груз одновременно с поворотом стрелы;
- не бросать резко опускаемый груз.

Из – за значительной площади монтируемых панелей и сильного ветра могут возникнуть трудности с проведением работ. При работе на высоте более 20 м следует обеспечить измерение ветра в наивысшем месте проведения монтажных работ. Когда скорость ветра превысит 8 м/с, следует

остановить работы с подвешенными конструкциями и работы, связанные с личной безопасностью. Если ветер сильнее, чем 10,7 м/с необходимо остановить все работы на высоте. Перед окончанием рабочей смены необходимо, с учётом преобладающего ветра, прикрепить смонтированные панели всеми винтами, а не смонтированные панели на кровле допускается оставлять только связанными в пакеты и закреплёнными к несущим конструкциям.

4.7 Мероприятия по охране труда

Мероприятия по охране труда производятся согласно [27].

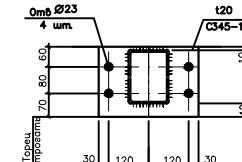
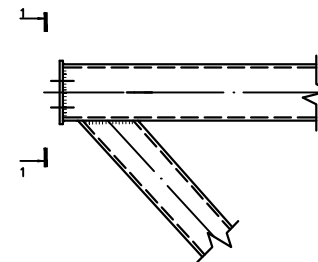
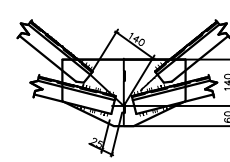
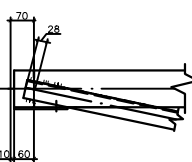
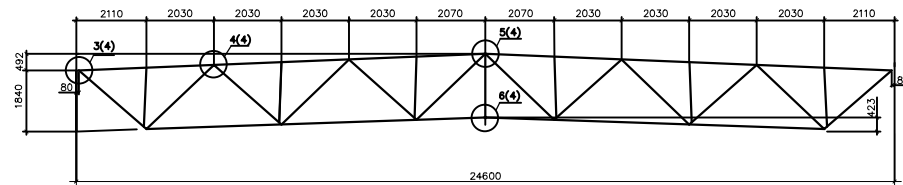
На территории строящихся объектов не допускается непредусмотренного проектной документацией сведения древесно-кустарниковой растительности и засыпка грунтом корневых стволов растущих деревьев и кустарников;

Выпуск воды со строительных площадок непосредственно на склоны без надлежащей защиты от размыва не допускается;

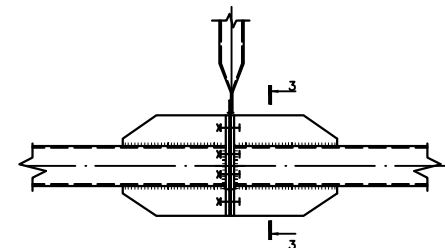
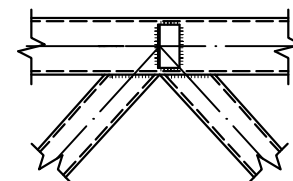
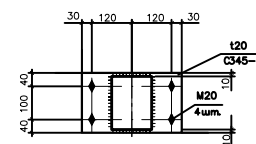
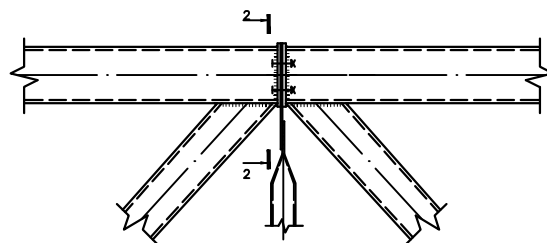
При выполнении планировочных работ почвенный слой, пригодный для последующего использования, должен предварительно сниматься и складироваться в специально отведенных местах.

Исключается неорганизованное и беспорядочное движение строительной техники и автотранспорта, бетонная смесь и строительные растворы хранятся в специальных емкостях, устраиваются площадки для механизированной заправки строительных машин и автотранспорта горюче-смазочными материалами, организуются места, на которых устанавливаются емкости для мусора.

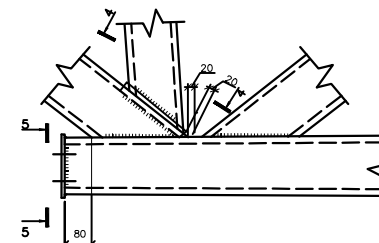
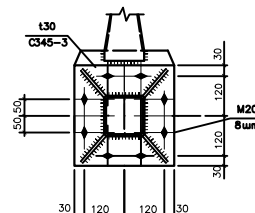
По окончании строительства объекта должны быть приняты мероприятия по охране окружающей среды: благоустройство территории, удаление строительных отходов с благоустроенной территории для утилизации; предотвращение засорения природных водоемов строительными отходами.



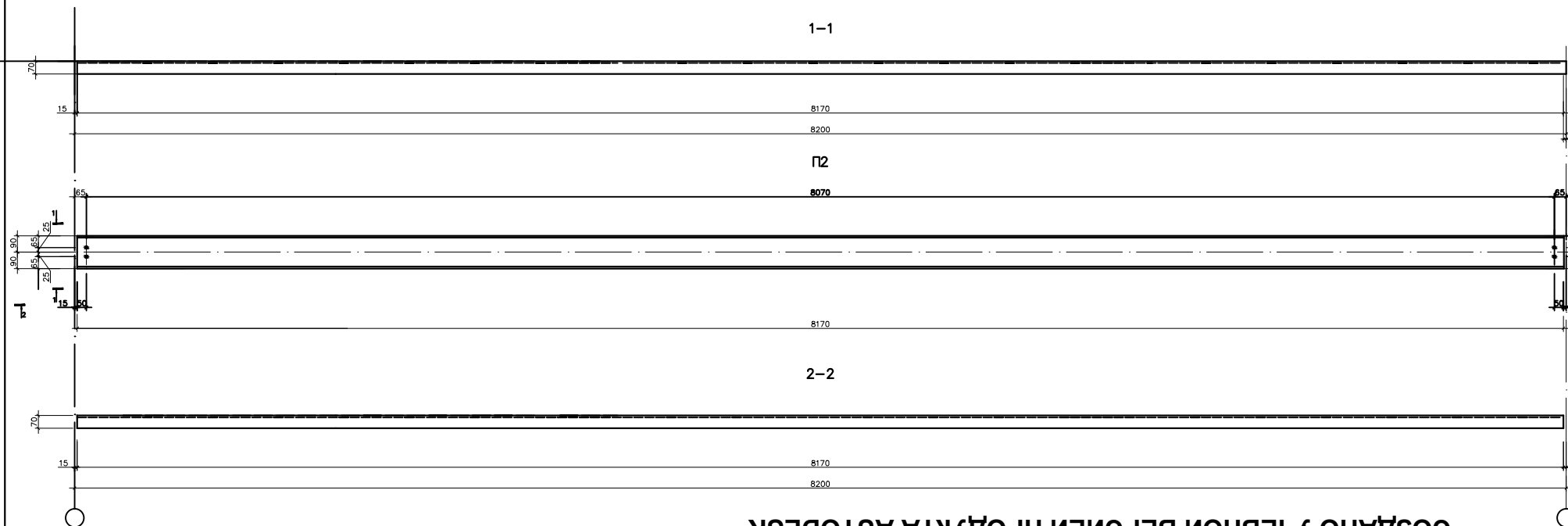
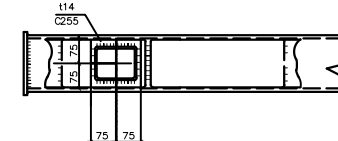
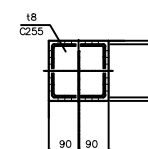
2-2



3-3



5-5



1. Материал несущих конструкций – сталь С345 согласно СП 16.13330.2011.
2. Все отверстия в балках и прогонах $d = 23$ мм.
3. Заводские швы выполнять механизированной дуговой сваркой в среде углекислого газа (МДСоз).
4. Лист 4 читать совместно с листом 3.

						БР-08.03.01.00.01 КМ				
						ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"				
						Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата					
Разработчик	Исполнитель	АВ				Исполнительный директор	Сторож	Лист	Лист	

5.1 Проектирование объектного строительного генерального плана на период возведения надземной части здания

Объектный строительный генеральный план разработан на период возведения надземной части многофункционального торгового комплекса в г. Калуга, Калужской области.

При разработке строительного генерального плана определяется система рационального размещения механизированных установок и монтажного крана, обеспечение бесперебойности поставки на строительную площадку материалов и полуфабрикатов; обеспечение четкой, ритмичной работы монтажного крана; обеспечение безопасных условий труда машинистов строительных машин и обслуживаемых ими рабочих.

5.2 Определение продолжительности строительства

Расчет продолжительности строительства выполнен согласно [39]. Торговый комплекс с площадью 18324,5 м² в городе Калуга, согласно, в разделе 2 продолжительность строительства составляет 12 месяцев.

Расчетная продолжительность строительства определяется по формуле

$$12 \cdot 1,1 = 13,2 \text{ месяца}, \quad (5.1)$$

где 12 – нормативная продолжительность строительства;

1,1 – коэффициент, для строительства объектов, возводимых в районах сейсмичностью 6 баллов и выше.

5.3 Подбор крана

Монтажная масса M_m , т определяется по формуле

$$M_m = M_3 + M_r, \quad (5.2)$$

где M_3 – масса наиболее тяжелого элемента;

M_r – масса грузозахватного устройства, строп 4СК-10-4.

Принимаем: $M_r = 0,512$ т; $M_3 = 2,346$ т.

Подставляем в формулу (5.2), получаем

$$M_m = 2,346 + 0,512 = 2,86 \text{ т.}$$

Монтажная высота подъема крюка H_k , м, определяется по формуле

$$H_k = h_0 + h_3 + h_3 + h_r, \quad (5.3)$$

где h_0 – расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента;

h_3 – запас по высоте, необходимый для перемещения монтируемого элемента над ранее смонтированными конструкциями и установки его в проектное положение, принимается по правилам техники безопасности;

h_3 – толщина элемента;

h_r – высота грузозахватного устройства.

Принимаем: $h_0 = 10,55$ м; $h_3 = 0,5$ м; $h_3 = 1,84$ м; $h_r = 2,5$ м.

Подставляем в формулу (5.3), получаем

$$H_k = 10,55 + 0,5 + 1,84 + 2,5 = 15,4 \text{ м.}$$

Расстояние от уровня стоянки крана до верха стрелы:

$$H_c = H_k + h_{\pi}, \text{ где} \quad (5.4)$$

h_{π} – размер грузового полиспаста в стянутом состоянии, м.

$$H_c = 15,4 + 2 = 17,4 \text{ м.}$$

Монтажный вылет крюка:

$$L_k = \frac{(b + b_1 + b_2)(H_c - h_{\text{ш}})}{h_r + h_{\pi}} + b_3, \text{ где}$$

b – минимальный зазор между стрелой и монтируемым элементом;

b_1 – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента, приближенного к стреле;

$b_2, b_3, h_{\pi}, h_{\text{ш}}$ – технические характеристики.

$$L_k = \frac{(0,5 + 12,3 + 0,7)(17,4 - 1,85)}{2,5 + 2} + 1,2 = 47,85 \text{ м.}$$

Длина стрелы:

$$L_c = \sqrt{(l_k - b_3)^2 + (H_c - h_{\text{ш}})^2} = \sqrt{(47,85 - 1,2)^2 + (17,4 - 2)^2} = 49,13 \text{ м.}$$

Выбираем автомобильный кран КАТО НК - 1600 со следующими характеристиками: грузоподъемность 160 т, вылет крюка 56 м, высота подъема крюка 72 м.

5.4 Определение привязок автомобильного крана

Поперечная привязка – минимальное расстояние от оси рельсовых путей до выступающей части здания B , м, определяется по формуле

$$B = R_{\text{пов}} + l_{\text{без}}, \quad (5.5)$$

где $R_{\text{пов}}$ – радиус поворотной части крана;

$l_{\text{без}}$ – безопасное расстояние от выступающей части здания.

Принимаем: $R_{\text{пов}} = 3,5$ м; $l_{\text{без}} = 0,4$ м.

Подставляем в формулу (5.5), получаем

$$B = 3,5 + 0,4 = 3,9 \text{ м.}$$

5.5 Определение зон действия крана

Монтажная зона R_m , м, определяется по формуле

$$R_m = L_r + x, \quad (5.6)$$

где L_r – наибольший габарит элемента;

x – минимальное расстояние отлета при падении груза со здания.

Принимаем: $L_r = 24,6$ м; $x = 3,9$ м.

Подставляем в формулу (5.6), получаем

$$R_m = 24,6 + 3,9 = 28,5 \text{ м.}$$

Рабочая зона крана R_p , м, определяется по формуле

$$R_p = R_{\text{мах}}, \quad (5.7)$$

где $R_{\text{мах}}$ – максимальный рабочий вылет стрелы крана

Принимаем: $R_{\text{мах}} = 56$ м.

Подставляем в формулу (5.7), получаем

$$R_p = 56 \text{ м.}$$

Опасная зона работы крана $R_{\text{оп}}$, м, определяется по формуле

$$R_{\text{оп}} = R_p + 0,5 \cdot B_r + l_r + x, \quad (5.8)$$

где B_r – наименьший габарит перемещаемого груза;

l_r – наибольший габарит перемещаемого груза;

x – минимальное расстояние отлета груза при его падении с крюка;

R_p – то же, что и в формуле (5.7).

Принимаем: $B_r = 2,5$ м; $l_r = 24,6$ м; $x = 7,1$ м; $R_p = 56$ м.

Подставляем в формулу (5,8), получаем

$$R_{\text{оп}} = 56 + 0,5 \cdot 2,5 + 24,6 + 7,1 = 86 \text{ м.}$$

5.6 Проектирование складского хозяйства

Приобъектный склад каждого строящегося здания проектируется из расчёта хранения на нём нормативного запаса материалов.

Нормативный запас $P_{\text{скл}}$, определяется по формуле

$$P_{\text{скл}} = (P_0 / T) T_{\text{п}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (5.9)$$

где P_0 – количество материалов, конструкций и изделий, необходимых для выполнения работ в расчётный период (м^2 , м^3 , шт. и т.д.), принимаемое согласно ведомости потребности в основных материалах, конструкциях, изделиях;

T – продолжительность расчётного периода;

$T_{\text{п}}$ – норма запаса материала;

K_1 – коэффициент учёта неравномерности поставки материалов на склад, зависящий от вида транспорта;

K_2 – коэффициент учёта неравномерности потребления материалов.

Полезная площадь склада F , м^2 , определяется по формуле

$$F = P/V, \quad (5.10)$$

где V – количество материала, укладываемого на 1 м^2 площади склада.

Общая площадь склада S , м^2 , определяется по формуле

$$S = F/\beta, \quad (5.11)$$

где β – коэффициент использования склада, характеризующий отношение полезной площади к общей (для закрытых складов – 0,6 – 0,7; при штабельном хранении – 0,4 – 0,6; для навесов – 0,5 – 0,6; для металла – 0,5 – 0,6.).

F – то же, что и в формуле (5.10).

Таблица 5.1 – Расчет площади складов

Наим-ие	Тип склада	Ед. изм.	Общее кол-во мат-в, $P_{\text{общ}}$	Продолжительность периода T , дн	$T_{\text{п}}$, дн	Коэфф.		P	V	F	β	$S, \text{м}^2$
						K_1	K_2					
Проф. настил	о	м^2	17329	104	12	1,1	1,3	1999,5	30	66,5	0,5	133,3
Сэндвич панели	о	м^2	3916,8	27	10	1,1	1,3	2074,4 5	28,6	72,53	0,5	145,1

Оконные и дверные блоки	з	м ²	237	8	5	1,1	1,3	221	25	8,48	0,7	12,1
Стекло оконное	з	м ²	149	8	5	1,1	1,3	26,6	200	0,133	0,7	0,19
Утеплитель	з	м ²	17329	104	12	1,1	1,3	1999,5	30	66,5	0,5	133,3

Итого: площадь открытых складов $S = 525 \text{ м}^2$.

Закрытых складов – $14,5 \text{ м}^2$.

Навесов – $13,3 \text{ м}^2$.

5.7 Проектирование временных проездов и автодорог

Для внутрипостроечных перевозок пользуются в основном автомобильным транспортом.

Постоянные подъезды не обеспечивают строительство из-за несоответствия трассировки и габаритов, в связи с этим устроили временные дороги. Временные дороги – самая дорогая часть временных сооружений, стоимость временных дорог составляет 1-2 % от полной сметной стоимости строительства.

Схема движения транспорта и расположения дорог в плане обеспечивает подъезд в зону действия монтажных и погрузочно-разгрузочных механизмов, к площадкам укрупнительной сборки, складам, бытовым помещениям. При разработке схемы движения автотранспорта максимально используем существующие и проектируемые дороги. Построечные дороги предусмотрели кольцевые и тупиковые, на тупиковых устроили разъезды и разворотные площадки. При трассировке дорог соблюдаются максимальные расстояния: между дорогой и складской площадкой – 1 м, между дорогой и ограждением строительной площадки – 1,5 м.

Ширина проезжей части однополосных дорог – 3,5 м, двустороннее – 6м. На участках дорог, где организовано одностороннее движение, в зоне выгрузки и складирования материалов ширина дороги увеличивается до 6м, длина участка уширения 12 –18 м. Радиусы закругления дорог приняли 12 м, но при этом ширина проездов в пределах кривых увеличивается с 3,5 до 5 м.

Количество единиц автотранспорта N_i , шт, определяется по формуле

$$N_i = \frac{Q_i \cdot t_i}{T_i \cdot q_{\text{тр}} \cdot T_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}}}, \quad (5.12)$$

где Q_i – общее количество данного груза, перевозимое за расчетный период;

t_i – продолжительность цикла работы транспортной единицы;

T_i – продолжительность потребления данного вида груза;

$q_{\text{тр}}$ – полезная грузоподъемность транспорта;

$T_{\text{см}}$ – сменная продолжительность работы транспорта;

$K_{см}$ – коэффициент сменной работы транспорта.

Продолжительность цикла транспортировки груза $t_{ц}$, ч, определяется по формуле

$$t_{ц} = t_{пр} + 2 \cdot \frac{l}{v} + t_m, \quad (5.13)$$

где $t_{пр}$ – продолжительность погрузки и выгрузки;

l – расстояние перевозки в один конец;

v – средняя скорость движения автотранспорта;

t_m – период маневрирования транспорта во время погрузки и выгрузки.

Принимаем: $t_{пр} = 0,87$ ч; $l = 27$ км; $v = 40$ км/ч; $t_m = 0,03$ ч.

Подставляем в формулу (5.13), получаем

$$t_{ц} = 0,74 + 2 \cdot \frac{27}{30} + 0,03 = 3,11 \text{ ч.}$$

Принимаем: $Q_i = 505,1$ т; $t_{ц} = 3,11$ ч; $T_i = 12$ дн; $g_{тр} = 10$ т; $T_{см} = 7,5$ ч; $K_{см} = 2$.

Подставляем в формулу (5.12), получаем

$$N_i = \frac{505,1 \cdot 3,11}{12 \cdot 10 \cdot 7,5 \cdot 2} = 0,71 \text{ шт.}$$

Принимаем одну единицу автотранспорта в сутки.

5.8 Проектирование бытовых городков

Для ориентировочных расчетов принимаем количество работающих на строительной площадке согласно таблице 5.2. Расчет площади временных сооружений представлен в таблице 5.3.

Таблица 5.2 – Количество работающих на строительной площадке

	I смена	II смена
Рабочие (в т.ч. машинисты)	12	12
ИТР и служащие	3	3
ПСО	1	1
Итого:	16	16

Таблица 5.3 – Необходимая площадь временных зданий

Наименование помещений	Численность работающих, чел.	Норма площади на одного рабочего, м ²	Расчетная площадь, м ²	Полезная площадь, м ²	Габариты, м	Принятый тип помещений	Шифр проекта
1	2	3	4	5	6	7	8
Гардеробная	32	0,7	22,4	30	10х3	инвентарный	ПК-3
Сушильная	24	0,2	4,8	15	5х3		31315
Столовая	32	0,6	19,2	21	7х3		31315
Душевая	12	0,54	6,48	9	3х3		Э420-01
Туалет	24	0,7	2,55	1	1х1, 3 шт.		ГОССД-6
Умывальная	12	0,2	2,4	3	1х3		ГОСС-Т-6
Прорабская	3	24 на 5 чел	14,4	18	6х3		СК-16

Площадь инвентарных зданий санитарно – бытового назначения $S_{тр}$, м², определяется по формуле

$$S_{тр} = N \cdot S_{п}, \quad (5.14)$$

где $S_{тр}$ – требуемая площадь;

N – общая численность работающих (рабочих) или численность работающих (рабочих) в наиболее многочисленную смену;

$S_{п}$ – нормативный показатель площади.

Гардеробная

$$S_{тр} = N \cdot 0,7 = 32 \cdot 0,7 = 22,4 \text{ м}^2.$$

Душевая

$$S_{тр} = N \cdot 0,54 = 12 \cdot 0,54 = 6,48 \text{ м}^2.$$

Умывальная

$$S_{тр} = N \cdot 0,2 = 12 \cdot 0,2 = 2,4 \text{ м}^2.$$

Сушильная

$$S_{тр} = N \cdot 0,2 = 24 \cdot 0,2 = 4,8 \text{ м}^2.$$

Туалет

$$S_{\text{тр}} = (0,7 \cdot N \cdot 0,1) \cdot 0,7 + (1,4 \cdot N \cdot 0,1) \cdot 0,3 = (0,7 \cdot 24 \cdot 0,1) \cdot 0,7 + (1,4 \cdot 24 \cdot 0,1) \cdot 0,3 = 2,55 \text{ м}^2.$$

где 0,7 и 1,4 – нормативные показатели площади для мужчин и женщин соответственно;

0,7 и 0,3 – коэффициенты, учитывающие соотношение, для мужчин и женщин соответственно.

Столовая

$$S_{\text{тр}} = N \cdot 0,6 = 32 \cdot 0,6 = 19,2 \text{ м}^2.$$

Общая площадь бытовых помещений составляет 99 м².

5.9 Водоснабжение строительной площадки

Суммарный расход воды $Q_{\text{общ}}$, л/с, определяется по формуле

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз-быт}} + Q_{\text{пож}}. \quad (5.15)$$

Расход воды на производственные нужды $Q_{\text{пр}}$, л/с, определяется по формуле

$$Q_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \sum V \cdot q_1 \cdot K_{\text{ч}} / t \cdot 3600 \quad (5.16)$$

где 1,2 – коэффициент, учитывающий потери воды;

V – объем СМР;

q_1 – норма удельного расхода воды;

$K_{\text{ч}}$ – коэффициент часовой неравномерности потребления воды в течение смены;

t – количество часов потребления в смену.

Принимаем: $V = 682,64$ л; $q_1 = 300$ л; $K_{\text{ч}} = 1,6$. $T = 8$ ч.

Подставляем в формулу (5.16), получаем

$$Q_{\text{пр}} = 1,2 \cdot 682,64 \cdot 300 \cdot 1,6 / 8 \cdot 3600 = 13,65 \text{ л/с}.$$

Расход воды на хозяйственно – бытовые нужды $Q_{\text{хоз-быт}}$, л/с, определяется по формуле

$$Q_{\text{хоз-быт}} = Q_{\text{хоз-пит}} + Q_{\text{душ}}, \quad (5.17)$$

Расход воды на хозяйственно – питьевые нужды $Q_{\text{хоз-быт}}$, л/с, определяется по формуле

$$Q_{\text{хоз-пит}} = \frac{N_{\text{max}}^{\text{см}} \cdot q_3 \cdot K_{\text{ч}}}{8 \cdot 3600}, \quad (5.18)$$

где $N_{\text{max}}^{\text{см}}$ – максимальное количество людей, работающих в смену;

q_3 – норма потребления воды на 1 человека в смену;

$K_{\text{ч}}$ – коэффициент часовой неравномерности.

Принимаем: $N_{\text{max}}^{\text{см}} = 12$ чел.; $q_3 = 25$ л; $K_{\text{ч}} = 2,7$.

Подставляем в формулу (5.18), получаем

$$Q_{\text{хоз-пит}} = \frac{12 \cdot 25 \cdot 2,7}{8 \cdot 3600} = 0,028 \text{ л/с.}$$

Расход воды на душевые нужды $Q_{\text{душ}}$, л/с, определяется по формуле

$$Q_{\text{душ}} = \frac{N_{\text{max}}^{\text{см}} \cdot q_4 \cdot K_{\text{п}}}{t_{\text{душ}} \cdot 3600}, \quad (5.19)$$

где q_4 – норма удельного расхода воды на одного пользующегося душем;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий число пользующихся душем;

$t_{\text{душ}}$ – продолжительность пользования душем;

$N_{\text{max}}^{\text{см}}$ – то же, что и в формуле (5.18).

Принимаем: $q_4 = 30$ л.; $K_{\text{п}} = 0,3$; $t_{\text{душ}} = 0,6$ ч; $N_{\text{max}}^{\text{см}} = 12$ чел.

Подставляем в формулу (5.19), получаем

$$Q_{\text{душ}} = \frac{12 \cdot 30 \cdot 0,3}{0,6 \cdot 3600} = 0,05 \text{ л/с.}$$

Принимаем: $Q_{\text{душ}} = 0,05$ л/с; $Q_{\text{хоз-пит}} = 0,028$ л/с.

Подставляем в формулу (5.17), получаем

$$Q_{\text{хоз-быт}} = 0,028 + 0,05 = 0,033 \text{ л/с.}$$

Расход воды на противопожарные цели для склада с площадью территории до 10 га составляет $Q_{\text{пож}} = 20$ л/с.

Принимаем: $Q_{\text{хоз-быт}} = 0,033$ л/с; $Q_{\text{пр}} = 13,65$ л/с; $Q_{\text{пож}} = 20$ л/с.

Подставляем в формулу (5.15), получаем

$$Q_{\text{общ}} = 13,65 + 0,033 + 20 = 33,68 \text{ л/с.}$$

Ввиду того, что во время пожара резко сокращается или полностью останавливается использование воды на производственные и хозяйственные нужды, её расчетный расход $Q_{\text{расч}}$, л/с, определяется по формуле

$$Q_{\text{расх}} = Q_{\text{пож}} + 0,5 \cdot (Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз-быт}}), \quad (5.20)$$

Принимаем: $Q_{\text{хоз-быт}} = 0,033$ л/с; $Q_{\text{пр}} = 13,65$ л/с; $Q_{\text{пож}} = 20$ л/с.

Подставляем в формулу (5.20), получаем

$$Q_{\text{расх}} = 20 + 0,5 \cdot (13,65 + 0,033) = 26,84 \text{ л/с.}$$

Диаметр магистрального временного водопровода D , мин, определяется по формуле

$$D = 63,14 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{расч}}}{\pi \cdot v}}, \quad (5.21)$$

где $Q_{\text{расч}}$ – то же, что и в формуле (5.20);

v – скорость движения воды по трубам.

Принимаем: $Q_{\text{расч}} = 26,84$ л/с; $v = 2$ м/с.

Подставляем в формулу (5.21), получаем

$$D = 63,14 \cdot \sqrt{\frac{26,84}{3,14 \cdot 2}} = 128,5 \text{ мин.}$$

Принимаем диаметр противопожарного водопровода $D = 133$ мм согласно ГОСТ 30732-2001.

5.10 Расчет электроснабжения строительной площадки

Расчет мощности, необходимой для обеспечения строительной площадки электроэнергией, P , кВт, определяется по формуле

$$P = \alpha \left(\sum \frac{K_1 \cdot P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_2 \cdot P_T}{\cos \varphi} + \sum K_3 \cdot P_{\text{осв}} + \sum K_4 \cdot P_H \right), \quad (5.22)$$

где P – расчетная нагрузка потребителей, кВт;

α – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети и зависящий от ее протяженности, сечения (1,05 – 1,1);

K_1, K_2, K_3, K_4 – коэффициенты спроса, определяемые числом потребителей и несовпадением по времени их работы;

P_c – мощности силовых потребителей, кВт;

P_T – мощности, требуемые для технологических нужд;

$P_{\text{осв}}$ – мощности, требуемые для наружного освещения;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности в сети, зависящий от характера загрузки и числа потребителей.

Таблица 5.4 – Мощность потребителей электроэнергии

Наименование машин и механизмов	Ед.изм.	Кол-во	Удельная мощность на ед. изм., кВт	Коэф-ты спроса Кс	Требуемая мощность, кВт
1.Компрессор СО-243 Cosφ=0,8	шт	2	4,5	0,7	7,88
2.Вибратор ИВ-116А Cosφ=0,6	шт	2	0,8	0,15	0,4
3.Ручной электроинструмент Cosφ=0,6	шт	4	0,5	0,15	0,5
4. Сварочный аппарат Cosφ=0,4	шт	2	1	0,35	2,5
				Итого	11,78
Кран башенный Cosφ = 0,5	шт	1	30	0,2	12
1.Трёхфазный воздушный трансформатор ТБ-35 для электропрогрева Cosφ = 0,85	шт	2	14	0,5	16,4
1.Контора прораба 2.Гардеробная	м ² м ²	27 36	0,015 0,014	0,8 0,8	0,32 0,40
				Итого	0,72

Общая нагрузка по установленной мощности определяется Р, кВт, определяется по формуле

$$P = 1,05 \cdot (11,78 + 16,4 + 0,72 + 3,06 + 12) = 46,158 \text{ кВт.}$$

Принимается трансформаторная подстанция СКТП-100 (мощность 100кВт).

Количество прожекторов n, шт, определяется по формуле

$$n = P \cdot E \cdot \frac{s}{P_{\text{л}}}, \quad (5.23)$$

где Р – удельная мощность прожектора ПЗС –35;

Е – освещенность;

s – размер площадки, подлежащей освещению, м²;

Р_л – мощность лампы прожектора ПЗС – 35 .

Принимаем: Р = 0,3 Вт/м²; Е = 3,5лк; s = 28817,43 м². Р_л=1000 Вт.

Подставляем в формулу (5.23), получаем

$$n = 0,3 \cdot 3,5 \cdot 28817,43 / 1000 = 30,26 \text{ шт.}$$

Принимаем 31 прожекторов с расстановкой по периметру ограждения.

5.11 Мероприятия на строительной площадке по технике безопасности, противопожарной безопасности, производственной санитарии, охране окружающей среды

Правильная организация строительной площадки и создание безопасных условий труда являются первоочередным этапом осуществления строительства любого объекта и одной из предпосылок по снижению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работающих.

До начала строительных работ на площадке выполняют комплекс работ, направленных на профилактику травматизма. Например, площадку ограждают забором, засыпают углубления и выбоины, предусматривают отвод поверхностных вод, устройство подъездных путей и внутриплощадочных дорог и проездов. Временные автомобильные дороги размещают с таким расчётом, чтобы проезд автомобилей был возможен в любое время года и в любую погоду. Ширину временных дорог и проездов при движении автомобилей в одном направлении принимают 3,5м, при движении в двух направлениях – 6м. Радиус закругления временных дорог принимают не менее 10м.

Безопасность на строительной площадке в значительной степени зависит от доходчивости, быстроты и точности зрительной информации. Учитывая, что цветовая сигнализация является важным фактором обеспечения техники безопасности разработаны нормы на цвета безопасности. Эффективным средством в борьбе с травматизмом является применение знаков безопасности и надписей на строительной площадке. Для правильной организации движения транспорта на территории строительства вывешивают схему движения и устанавливают указатели проездов и дорожные знаки («Въезд», «Выезд» и др.) с обозначением допустимой скорости, мест стоянок, разворотов и разгрузки материалов. Все дорожные указатели и знаки безопасности устанавливаются на всех участках строительной площадки так, чтобы их хорошо было видно в дневное и ночное время.

Особых мер безопасности требует инженерная подготовка территории строительства, для чего в местах движения рабочих через траншеи и канавы устраивают мостики шириной не менее 0,6 м с установкой двухсторонних перил высотой 1 м. В темное время суток строительную площадку освещают и, кроме ограждения в опасных местах, выставляют световые сигналы и устраивают аварийное освещение.

Проходы, расположенные на уступах, откосах и косогорах с уклоном более 20°, обеспечивают трапами или мостиками. Временные коммуникации водопровода, канализации, теплотрассы и электросети в местах пересечения с дорогами и проездами заглубляют в землю или устраивают на высоте, обеспечивающей безопасное прохождение людей и транспортных средств.

Несчастные случаи часто возникают из-за несвоевременного устройства ограждений колодцев, шурфов, проемов и траншей. Поэтому такие опасные места закрывают прочными и плотными щитами или ограждают их, а в темное время суток ограждения обозначают сигнальными лампами напряжением не выше 42 В.

Опасные условия работы часто возникают при оползнях грунта в котлованах и траншеях, осадке грунта или основания под строительными лесами, обрыве проводов электролиний, обрушении штабелей конструкций и сыпучих материалов и т.д.

До начала основных строительных работ участок строительства рекомендуется обеспечивать постоянным водопроводом и устанавливать на сети пожарные гидранты. Пожарные гидранты устанавливают в закрытых колодцах, располагаемых вдоль дорог и не более 5 м от стен зданий. Места установки гидрантов обозначают специальными указателями. В зимнее время колодцы гидрантов утепляют, чтобы исключить замерзание воды в стояках.

Строящиеся и подсобные здания и сооружения обеспечивают первичными средствами пожаротушения [40, прил. 5].

На отдельных участках строительства, кроме того, оборудуют пожарные пункты (щиты), которые имеют следующее пожарное оборудование: топоры, ломы, лопаты, багры металлические, ведра, окрашенные в красный цвет, и огнетушители.

Пожарное оборудование содержат в исправном состоянии, а подступы к нему оставляют свободными.

В процессе труда на человека кратковременно или длительно воздействуют разнообразные неблагоприятные факторы (например, пыль, шум, пары, газы, вредные красители и пр.), которые могут привести к заболеванию и потере трудоспособности.

Средства индивидуальной защиты от пыли – это применение непроницаемой противопылевой спецодежды, противогазов, пневмошлемов, пневмомасок, респираторов, защитных очков и т.п., а также соблюдение личной гигиены.

Мероприятия по обеспечению безопасности труда при контакте с вредными веществами предусматривают замену вредных веществ наименее вредными, сухих способов переработки пылящих материалов – мокрыми, выпуск продукции в непылящих формах, замену пламенного нагрева электрическим, твердого и жидкого топлива – газообразным, ограничение содержания примесей вредных веществ в исходных и конечных продуктах; применение прогрессивной технологии, исключающие контакт человека с вредными веществами; выбор оборудования и коммуникаций, не допускающих выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации при нормальном ведении технологического процесса. Существенное значение

имеет личная гигиена рабочих, применение средств индивидуальной защиты, предварительный и периодический медицинский осмотр.

Следует отметить, что борьба с шумом и вибрацией представляет комплексную проблему, которая затрагивает интересы многих специалистов, строителей, конструкторов, врачей и акустиков.

К средствам индивидуальной защиты от вредных влияний шума относятся противошумы, шлемы, наушники, вкладыши, а от воздействия вибрации – применение виброгасящей обуви, специальных перчаток и рукавиц.

При неправильной эксплуатации или конструктивных недостатках строительных машин они могут оказать отрицательное воздействие на окружающую среду, что может проявиться в следующем: повышенном содержании окиси углерода в отработавших газах ДВС из-за неполного сгорания топлива; расплескивании или выливании рабочей жидкости и смазочных материалов при заправке машин или смене масел на зимние или летние сорта.

Большой вред окружающей среде приносят горюче – смазочные материалы в том случае, если они попадают на землю. Не редко отработанное масло, загрязнённое горючее выливается у машины непосредственно на землю, что категорически запрещается. Остатки топлива и масел, обтирочных материалов, оставленные после работы машины, могут являться причиной пожаров в результате самовозгорания или воспламенения от огня.

Мыть и чистить машины следует в стационарных условиях или специально отведенных местах. Мыть машины у водоемов, рек категорически запрещается, так как попадание в воду ядовитых масляных жидкостей наносит окружающей флоре и фауне непоправимый ущерб. Для защиты окружающей среды важно организовать утилизацию отходов от работы машин.

Предусматривается установка границ строительной площадки, которая обеспечивает максимальную сохранность за территорией строительства деревьев, кустарников, травяного покрова.

Исключается беспорядочное и неорганизованное движение строительной техники и автотранспорта. Временные автомобильные дороги и другие подъездные пути устраиваются с учетом требований по предотвращению повреждений древесно – кустарной растительности.

Бетонная смесь и строительные растворы хранятся в специальных ёмкостях. Организуются места, на которых устанавливаются ёмкости для мусора.

На территории строительной площадки максимально сохраняются деревья, кустарники и травяной покров. При планировке почвенный слой, пригодный для последующего использования, должен предварительно сниматься и складироваться в отведённых местах.

Временные административно – хозяйственные и бытовые здания и сооружения размещены вне опасной зоны от работы монтажного крана.

Туалеты размещены таким образом, что расстояние от наиболее удаленного места вне здания не превышает 200 м.

Питьевые установки размещены на расстоянии, не превышающем 75 м от рабочих мест.

Между временными зданиями и сооружениями предусмотрены противопожарные разрывы согласно [31].

На строительной площадке должны создаваться безопасные условия труда, исключая возможность поражения людей электрическим током согласно [30].

5.12 Организация службы геодезического и лабораторного контроля

Согласно [27,п.7.1.2], лицо, осуществляющее строительство, выполняет приемку предоставленной ему застройщиком (заказчиком) геодезической разбивочной основы, проверяет ее соответствие установленным требованиям к точности, надежности закрепления знаков на местности; с этой целью можно привлечь независимых экспертов, имеющих выданное саморегулируемой организацией свидетельство о допуске к работам по созданию опорных геодезических сетей. Приемку геодезической разбивочной основы у застройщика (заказчика) следует оформлять соответствующим актом.

Согласно [27,п.7.1.4], в случае выполнения контроля и испытаний привлеченными лабораториями следует проверить соответствие применяемых ими методов контроля и испытаний установленным национальным стандартам.

5.13 Требования, которые должны быть учтены в рабочей документации в связи с принятыми методами возведения строительных конструкций и монтажа оборудования

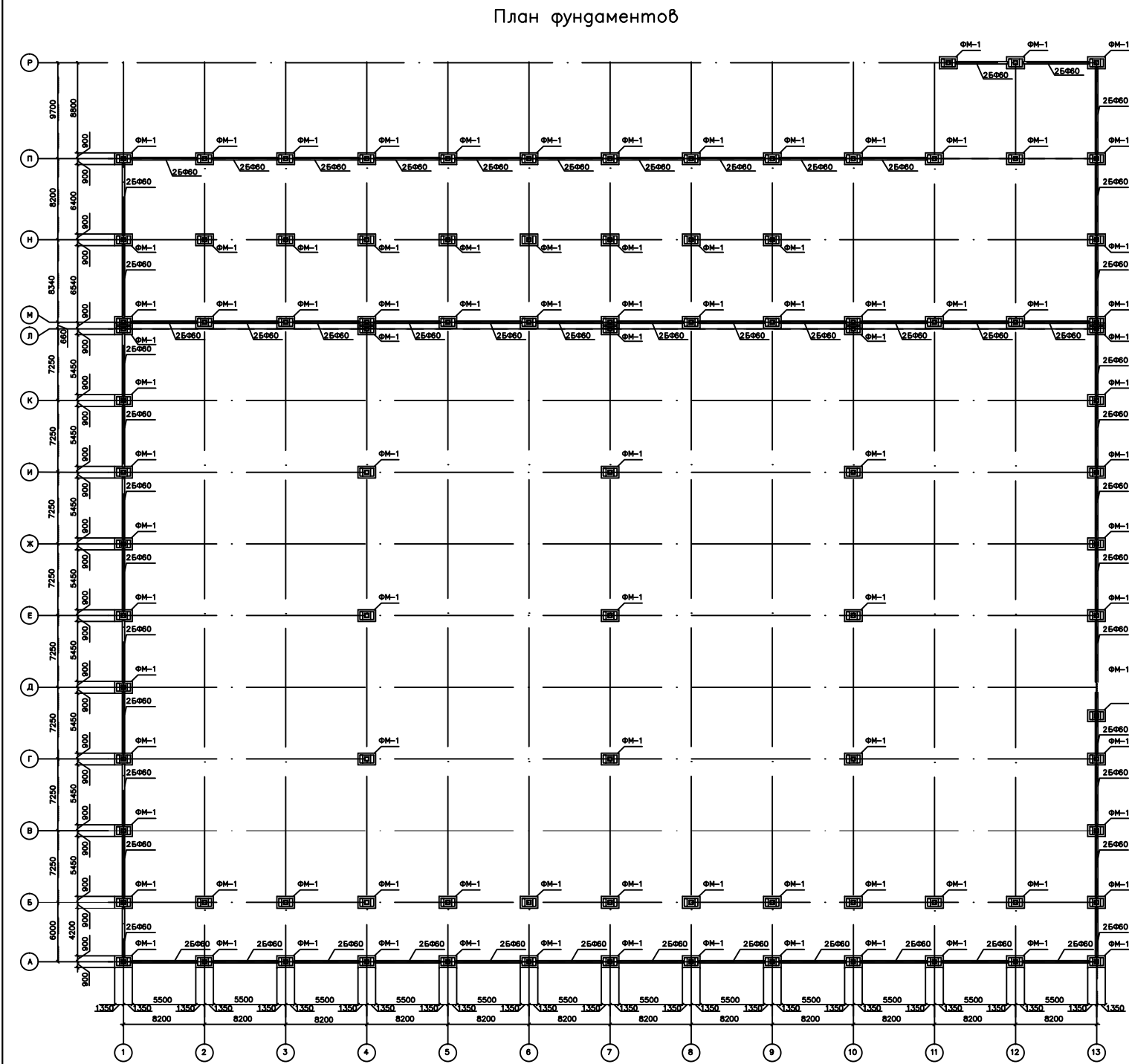
При входном контроле проектной документации следует проанализировать всю предоставленную документацию, включая ПОС и рабочую документацию, проверив при этом: ее комплектность; соответствие проектных осевых размеров и геодезической основы; наличие согласований и утверждений; наличие ссылок на нормативные документы, материалы и изделия; соответствие границ стройплощадки на стройгенплане установленным сервитутам; наличие требований к фактической точности контролируемых параметров; наличие указаний о методах контроля и измерений, в том числе в виде ссылок на соответствующие нормативные документы.

Требуемое качество и надежность зданий и сооружений должны обеспечиваться строит. организациями, путем осуществления комплекса технических, экономических и организационных мер эффективного контроля на всех стадиях создания строительной продукции.

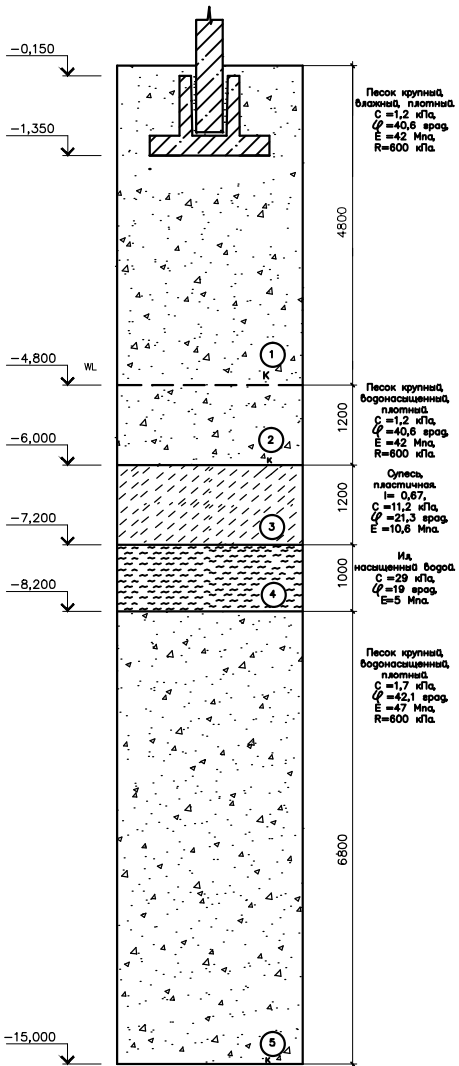
Контроль качества строительно-монтажных работ должен осуществляться специалистами или спец. службами, входящими в состав строит. организации или привлекаемых со стороны и оснащенными тех. средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля.

Производственный контроль качества строительно-монтажных работ должен включать входной контроль рабочей документации, конструкций, изделий, материалов и оборудования, операционный контроль отдельных строительных процессов или производственных операций и приемочный контроль строительно-монтажных работ.

Операционный контроль должен осуществляться в ходе выполнения строительных процессов или производственных операций и обеспечивать своевременное выявление дефектов и принятие мер по их устранению и предупреждению.



Инженерно-геологический
разрез



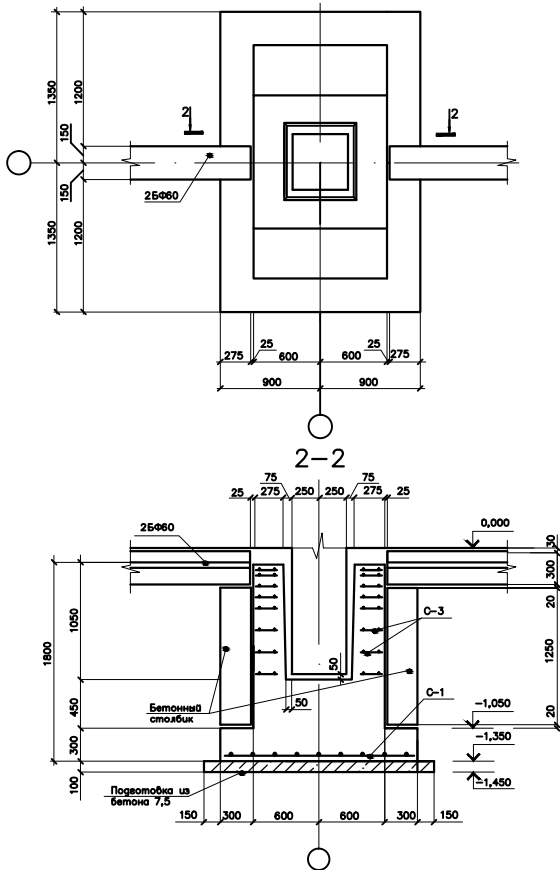
Спецификация элементов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг.	Примечание
		Фундамент монолитный ФМ-1	93		
		Материал бетон В20	м³	3,57	
	Серия 1.415.1-2	Фундаментные балки 2ФБ80	59		
		Порошковая ш. бетона В7,5	м³	0,72	
		Сетки арматурные			
	ГОСТ 23279-84	С1	1	40,9	
	ГОСТ 23279-84	С2	2	15,18	
	ГОСТ 23279-84	С3	8	29,07	
		Детали			
1	ГОСТ 5784-82	Ø8 А L=1150	72	0,454	
2	ГОСТ 5784-82	Ø12 АIII L=1750	4	2,89	
3	ГОСТ 5784-82	Ø12 АIII L=1750	13	1,82	
4	ГОСТ 5784-82	Ø12 АIII L=2650	4	0,17	

Ведомость расхода стали

Марка элемента	Изделия арматурные						Общий расход, кг
	Арматура класса						
	А			АIII			
	№6	№8	Итого	№10	№12	Итого	
С1					47,2	47,2	47,2
С2		3,63	3,63		11,54	11,54	15,17
С3		30,89	30,89				30,89
							Итого: 93,26

Сопряжение фундаментной
балки с фундаментом



- Основанием фундамента служит песок крупный, плотный с расчетными характеристиками $\sigma_{с1}=1,2$ МПа, $E=42$ МПа, $\rho=40,6$ арм.
- Грунты неучитываются, нормативная глубина промерзания 6 м. Коэффициент - 1,14 м.
- Под фундаментом выполнить подготовку толщиной 100 мм из бетона В 7,5.
- Обратную засыпку выполнять слоем не более 0,3 м с уплотнением.
- Применены фундаментные балки 2ФБ80 ГОСТ 28737-90 (серия 1.415.1-2).
- Применены бетонные столбики сечением 375х300х225 мм.

БР-08.03.01.00.01 КЖ					
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Полн.	Дата
Разработал	Проверил	Инженер	АВ	М.И.	2020
			Страница	1	Листов

6.1 Социально – экономическое обоснование многофункционального торгового комплекса в г. Калуга, Калужской области.

Одним из наиболее привлекательных сегментов рынка коммерческой недвижимости остается рынок торговых помещений. Строительство коммерческой недвижимости в последние годы ведется практически во всех развитых региональных городах нашей страны. При этом данный сегмент рынка формируется усилиями как внешних, так и местных инвесторов. Рынок коммерческой недвижимости Центрального федерального округа развивается неравномерно. По сравнению с другими федеральными округами, в ЦФО получили активное развитие различные сегменты рынка, в особенности торговая недвижимость.

Несмотря на большой потенциал развития в России, для поступления инвестиций в область существуют барьеры — прежде всего административного характера. Тем не менее постепенно инвестиционный климат в округе меняется в лучшую сторону.

Не смотря на общую тенденцию строительства современных концептуальных торговых центров в Центральном федеральном округе во многом предложение торговых площадей сформировано за счёт первых этажей и пристроенных помещений жилых площадей, реконструированных площадей в зданиях универмагов. Важную роль продолжают играть рынки, часть из них реконструирована, на месте открытой торговли появляются крытые павильоны.

На рисунке 6.1 представлен график изменения численности населения в городе Калуга по годам согласно [41].

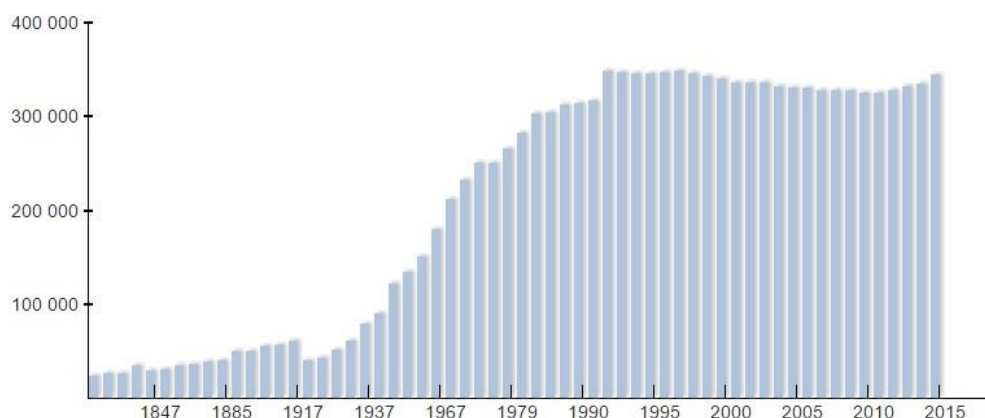


Рисунок 6.1 – График изменения численности населения г., тыс. чел.

Согласно графику, представленном на рисунке 6.1, можно сделать вывод о том, что население города Калуга возрастает с показателем 0,7% от предыдущего года.

Вследствие демографического роста людей в городе, возникла острая необходимость размещения многофункционального торгового комплекса.

Ситуационный план представлен на рисунке 6.2.

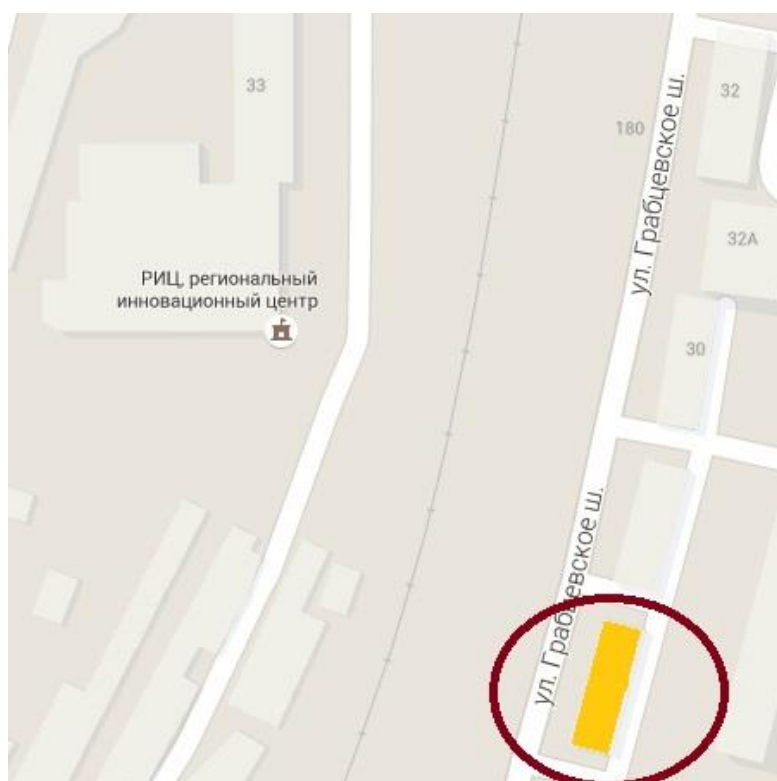


Рисунок 6.2 – Ситуационных план

Участок, на котором планируется размещение объекта строительства расположен на ул. Гарбцевское шоссе. Вблизи здания располагается непосредственно жилой комплекс. Данное расположение объекта выгодно за счет большой территории застройки, месторасположение здания в шаговой доступности к транспортным остановкам .

Таким образом, считаю реализацию проекта строительства многофункционального торгового комплекса в г. Калуга, Калужской области актуальной.

6.2 Расчет стоимости возведения объекта строительства по НЦС

6.2.1 Пояснительная записка к расчету стоимости возведения объекта строительства

Сметные расчеты, выполняемые с применением укрупненных нормативов цены строительства (НЦС), используемые при планировании инвестиций (капитальных вложений), оценки эффективности использования средств, направляемых на капитальные вложения, подготовки технико-экономических показателей в задании на проектирование, составлены с учетом [42].

Показатели НЦС включают в себя:

- затраты на строительство объектов капитального строительства, отвечающих градостроительным и объемно-планировочным требованиям, предъявляемым к современным объектам повторно применяемого проектирования, а также затраты на строительство индивидуальных зданий и сооружений, запроектированных с применением типовых конструктивных решений;

- затраты, предусмотренные действующими нормативными документами в сфере ценообразования для выполнения работ в строительстве объекта в нормальных условиях, не осложненных внешними факторами;

- затраты на приобретение строительных материалов и оборудования, затраты на оплату труда рабочих и эксплуатацию строительных машин, накладные расходы и сметную прибыль, затраты на строительство временных зданий и сооружений, дополнительные затраты на производство работ в зимнее время, затраты, связанные с получением заказчиком и проектной организацией исходных данных, технических условий на проектирование, проведение необходимых согласований по проектным решениям, расходы на страхование; затраты на проектно – изыскательские работы и экспертизу проекта, содержание службы заказчика строительства и строительный контроль, резерв средств на непредвиденные работы и затраты.

Учет работ и затрат, связанных с отводом земель для строительства, командировочные расходы рабочих, перевозку рабочих, затраты на

строительство и содержание вахтовых поселков, плату за землю и земельный налог в период строительства, плату за подключение к внешним инженерным сетям следует приводить согласно [43].

Выбор НЦС осуществляется по соответствующему сборнику с учетом функционального назначения планируемого к строительству объекта и его мощностных характеристик.

Определение прогнозной стоимости планируемого к строительству объекта $C_{пр}$, тыс.руб. определяется по формуле

$$C_{пр} = [(\sum \text{НЦС} \cdot M \cdot K_c \cdot K_{тр} \cdot K_{рег} \cdot K_{зон}) + Z_p] \cdot I_{пр} + \text{НДС}, \quad (6.1)$$

где НЦС_i – используемый показатель государственного сметного норматива – укрупненного норматива цены строительства по конкретному объекту для базового района в уровне цен на начало текущего года;

N – общее количество используемых показателей государственного сметного норматива – укрупненного норматива цены строительства по конкретному объекту для базового района в уровне цен на начало текущего года;

M – мощность планируемого к строительству объекта;

$I_{пр}$ – прогнозный индекс, определяемый согласно [42] на основании индексов цен производителей по видам экономической деятельности по строке «Капитальные вложения (инвестиции)», используемых для прогноза социально –экономического развития РФ;

$K_{тр}$ – коэффициент перехода от цен базового района к уровню цен субъектов РФ, применяемый при расчете планируемой стоимости строительства объектов, финансируемых с привлечением средств федерального бюджета, определяемой на основании государственных сметных нормативов – нормативов цены строительства. Величина указанных коэффициентов перехода ежегодно устанавливается приказами Минрегиона России;

$K_{рег}$ – коэффициент, учитывающий регионально – климатические условия осуществления строительства в регионах РФ по отношению к базовому району согласно [42, прил. 1];

K_c – коэффициент, характеризующий удорожание стоимости строительства в сейсмических районах Российской Федерации согласно [42, прил. 3];

$K_{зон}$ – коэффициент зонирования, учитывающий разницу в стоимости ресурсов в пределах региона согласно [42, прил. 2];

Z_p – дополнительные затраты, учитываемые по отдельному расчету, в порядке согласно [43], утвержденной Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по строительству и жилищно – коммунальному комплексу от 5 марта 2004 г. N 15/1 (по заключению

Министерства юстиции Российской Федерации в государственной регистрации не нуждается, Письмо от 10 марта 2004 г. N 07/2699-ЮД);

НДС – налог на добавленную стоимость.

Значение прогнозного индекса – дефлятора $I_{пр}$, определяется по формуле

$$I_{пр} = [I_{н.стр.}/100 \cdot (100 + (I_{пл.п.} - 100) / 2)]/100, \quad (6.2)$$

где $I_{н.стр.}$ – индекс цен производителей по видам экономической деятельности по строке «Капитальные вложения (инвестиции)», используемый для прогноза социально – экономического развития РФ, от даты уровня цен, принятого в НЦС, до планируемой даты начала строительства, в процентах;

$I_{пл.п.}$ – индекс цен производителей по видам экономической деятельности по строке «Капитальные вложения (инвестиции)», используемый для прогноза социально – экономического развития РФ, на планируемую продолжительность строительства объекта, рассчитываемого по НЦС, в процентах.

Планируемая продолжительность строительства принимается на основании показателя продолжительности строительства, приведенного в соответствующей таблице Отдела 2 «Объекты – представители» соответствующего сборника НЦС.

При определении продолжительности строительства объектов в сложных природно – климатических районах Российской Федерации дополнительно применяются повышающие коэффициенты согласно [42, прил. 4].

Продолжительность строительства объектов, показатель мощности которых отличается от приведенных в сборниках НЦС показателей и находится в интервале между ними, определяется интерполяцией.

Стоимостные показатели по объекту, полученные с применением соответствующих НЦС, суммируются. После чего к полученной сумме прибавляется величина налога на добавленную стоимость.

Прогнозная стоимость строительства многофункционального торгового комплекса в г. Калуга представлена в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Прогнозная стоимость строительства
многофункционального торгового комплекса г.Калуга общей площадью
18324,5 м².

№ п/п	Наименование объекта строительства	Обоснование	Ед.изм.	Кол.	Стоимость ед. изм. по сост. на 01.01.2012, тыс. руб.	Стоимость в текущем (прогнозно м) уровне, тыс. руб.
1.	Гостиница президентского Кадетского корпуса					
	Стоимость строительства	НЦС 81-02-02-2014, табл. 02-04-001, расценка 02-04-001- 02	1 кв.м.	18324, 5	46,31	848607,595
	Коэффициент на сейсмичность	Прил. 3 Метод. рекомендаций			1	
	Стоимость строительства с учетом сейсмичности					848607,595
2.	Наружные инженерные сети					
2.1.	Водоснабжение. Водопровод из стальных труб d = 150 мм на глубине 3 м в мокрых грунтах	НЦС 81-02-14-2012, табл. 14-04-002, расценка 14-05-002- 08	км	0,38	4786,92	1819,03
2.2.	Водоотведение. Канализация из чугунных труб d = 150 мм на глубине 3 м в мокрых грунтах	НЦС 81-02-14-2012, табл. 14-04-002, расценка 14-04-002- 02	км	0,38	4153,34	1578,27
2.3.	Энергоснабжение. Прокладка кабеля медного в траншее	НЦС 81-02-12-2012, табл. 12-01-006-06, расценка 12-01-006- 06	км	0,99	1968,86	1949,17
2.4.	Наружные сети связи. Подземная прокладка телефонного кабеля	НЦС 81-02-11-2012, табл. 11-01-002, расценка 11-01-002- 09	км	0,7	1261,67	883,17
2.5.	Теплотрасса. Бесканальная прокладка трубопроводов в изоляции ППУ d = 125 мм	НЦС 81-02-13-2012, табл. 13-05-003, расценка 13-05-003- 03	км	0,82	14424,48	11828,07
3.	Элементы озеленения и благоустройства					
3.1.	Малые архитектурные формы для жилых домов	НЦС 81-02-16-2012, табл. 16-01-003, расценка 16-01-003- 01	100 кв.м. террито рии	12	204,42	2453,04

Продолжение таблицы 6.1

Продолжение таблицы 6.1

№ п/п	Наименование объекта строительства	Обоснование	Ед.изм.	Кол.	Стоимость ед. изм. по сост. на 01.01.2012, тыс. руб.	Стоимость в текущем (прогнозно м) уровне, тыс. руб.
3.2.	Площадки, дорожки и тротуары из плиток тротуарных по песчаному основанию	НЦС 81-02-16-2012, табл. 16-01-003, расценка 16-01-003-01	100 кв.м. покрыт ия	7	237,59	1663,13
3.3.	Озеленение	НЦС 81-02-17-2012, табл. 17-01-006, расценка 17-01-006-03	100 кв.м. озелене ния	6,8	94,39	641,85
	Итого стоимость инженерных сетей и благоустройства					22815,73
	Коэффициент на сейсмичность	Прил. 3 Метод. рекомендаций			1	
	Итого стоимость инженерных сетей и благоустройства с учетом сейсмичности					22815,73
	Всего стоимость жилого дома с учетом сейсмичности					871423,33
4.	Поправочные коэффициенты					
	Поправочный коэффициент перехода от базового района Московская область к ТЕР республике Тыва (1 зона)	Прил. 2 Метод. рекомендаций			0,99	
	Регионально-климатический коэффициент	Прил. 1 Метод. рекомендаций			1	
	Стоимость строительства с учетом сейсмичности, территориальных и регионально-климатических условий					862709,1
5.	Плата за землю	расчет				1950
6.	Затраты на подключение к инженерным сетям	расчет				1847,35
	Всего по состоянию на 01.01.2012					866506,45
	Продолжительность строительства		мес.	19		
	Начало строительства	01.06.2015				
	Конец строительства	01.01.2017				

№ п/п	Наименование объекта строительства	Обоснование	Ед.изм.	Кол.	Стоимость ед. изм. по сост. на 01.01.2012, тыс. руб.	Стоимость в текущем (прогнозно м) уровне, тыс. руб.
	Расчет индекса-дефлятора на основании показателей Минэкономразвития России: Ин.стр. с 01.01.2012 по 01.01.2014 = 115,3%; Ипл.п. с 01.01.2014 по 31.12.2014 = 107%	Информация Министерства экономического развития Российской Федерации			6,24	
	Всего стоимость строительства с учетом срока строительства					1885621,92
	НДС	Налоговый кодекс РФ	%	18		339411,95
	Всего с НДС					2225034

6.2.2 Анализ стоимости возведения объекта по НДС

На рисунке 6.3 представлена прогнозная стоимость строительства многофункционального торгового комплекса в г. Калуга.

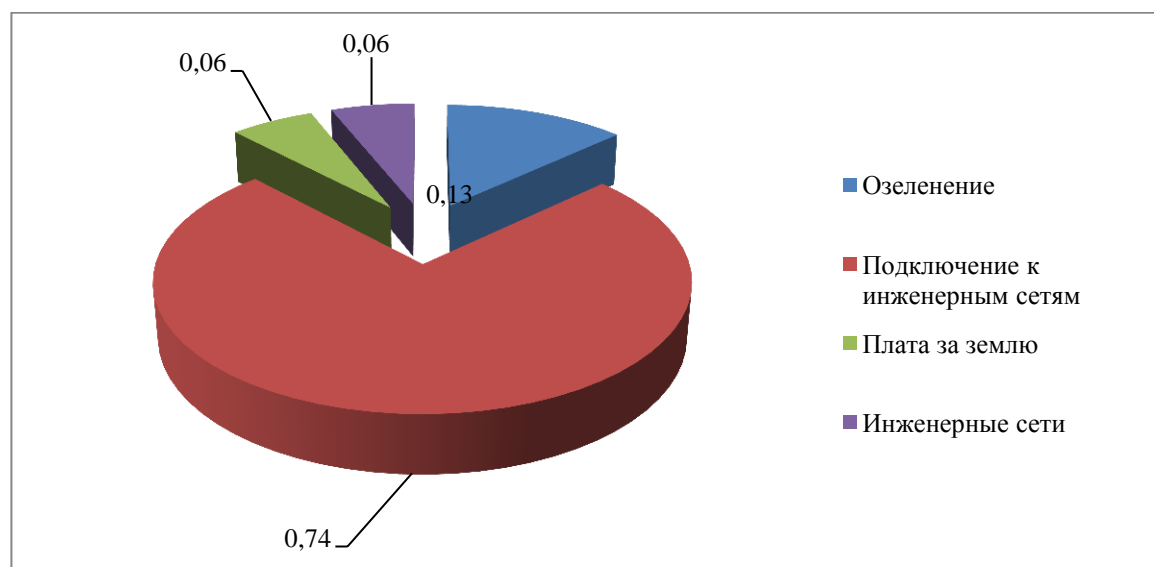


Рисунок 6.3 – Прогнозная стоимость строительства

Таким образом, стоимость возведения объекта строительства по НДС составила 2225034 тыс.руб., в том числе НДС 339 411,95тыс. руб.

6.3 Определение стоимости работ на монтаж металлического каркаса здания

6.3.1 Пояснительная записка к локальному сметному расчету на монтаж металлического каркаса здания

Порядок разработки сметной документации установлен [44] и изменен в соответствии с [45].

Сметная документация составляется согласно [44], что обеспечивает обоснованность стоимости строительства.

Сметная стоимость определяется в базисных ценах и переводится в текущий уровень цен путем использования текущих индексов. Пересчет сметной стоимости работ в текущий уровень цен 1 квартала 2016 г. из базисного уровня цен производится путем применения индекса к СМР (г. Калуга, Калужская область), прочие объекты строительства. СМР = 6,24 согласно данным [46].

Вся сметная документация разработана в программном комплексе «ГРАНД Смета».

Сметная стоимость определена по Федеральным единичным расценкам (ФЕР).

Локальные сметы составлены в базисных ценах 2014 г. с начислением накладных расходов и сметной прибыли по видам работ согласно [47], [48] от фонда оплаты труда без применения понижающих коэффициентов 0,85 к НР и 0,8 к СП.

При определении сметной стоимости в сводном сметном расчете дополнительно учитываются лимитированные затраты на временные здания и сооружения согласно [49, прил.1] – 1,8%, на производство работ в зимнее время [49, табл.4] – 3,38%, непредвиденные затраты – 2% и НДС – 18%.

Локальный сметный расчет представлен в приложении 1.

6.3.2 Анализ локального сметного расчета на монтаж металлического каркаса здания

Величина и удельный вес затрат в локальном сметном расчете на монтаж металлического каркаса по составным элементам представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Величина и удельный вес затрат в локальном сметном расчете на монтаж металлического каркаса по составным элементам

Наименование затрат	Сметная стоимость общестроительных работ, руб.	Удельный вес, %
Материалы	34 408 682,97	67,36
Машины и механизмы	2 492 790,57	4,88
ОЗП	1 251 503,38	2,45
Накладные расходы	1 118 690,85	2,19
Сметная прибыль	1 057 392,72	2,07
Лимитированные затраты	2 962 742,89	5,8
НДС	7 789 970	15,25
Всего	51 081 774	100

На рисунке 6.4 представлена величина и удельный вес затрат в локальном сметном расчете на монтаж металлокаркаса по составным элементам.

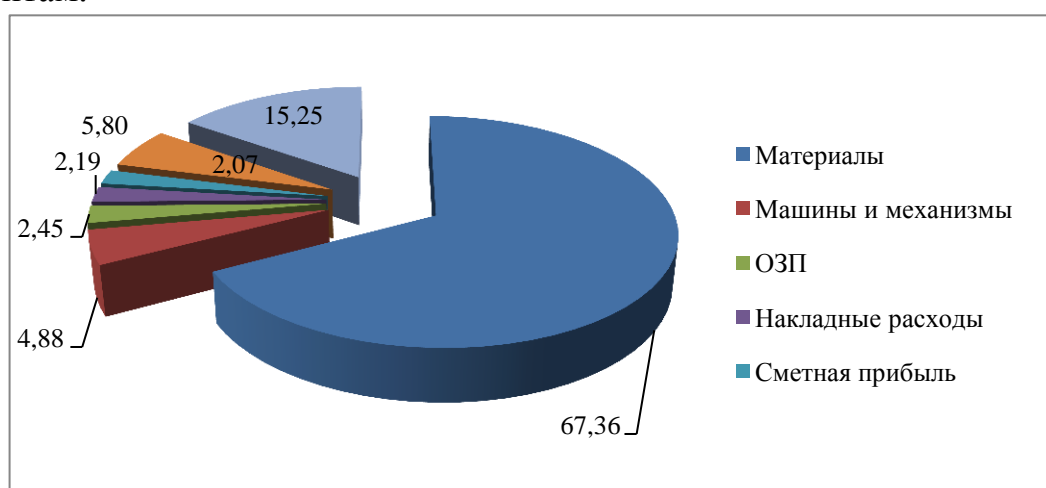
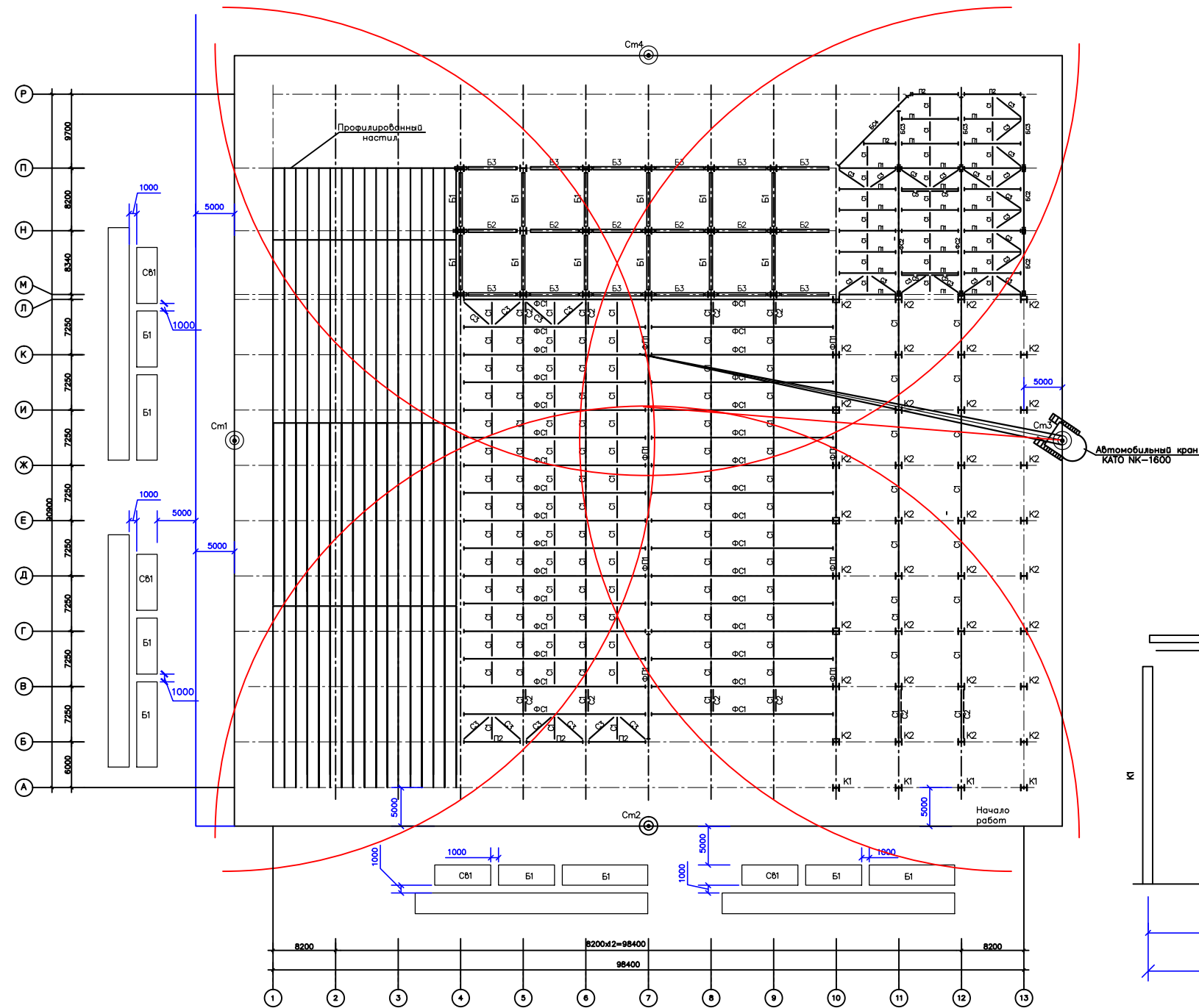


Рисунок 6.4 – Величина и удельный вес затрат в локальном сметном расчете на монтаж металлического каркаса по составным элементам.

Таким образом, сметная стоимость устройства металлического каркаса составила 51 081 774 тыс.руб. в том числе НДС 7 789 970 тыс.руб., в ценах на 1 кв. 2016 года.

Наибольший удельный вес от общей стоимости локального сметного расчета на устройство металлического каркаса приходится на материалы 34 408 682,97 тыс.руб. или 67,36 % и НДС 7 789 970 тыс. руб. или 15,25 %, наименьший – на заработную плату 1 251 503,38 тыс. руб. или 2,45 %.

Схема производства работ



Временное крепление колонн расчалками

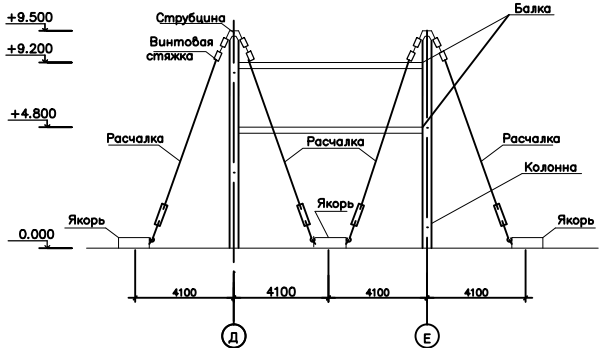


Схема монтажа профлиста

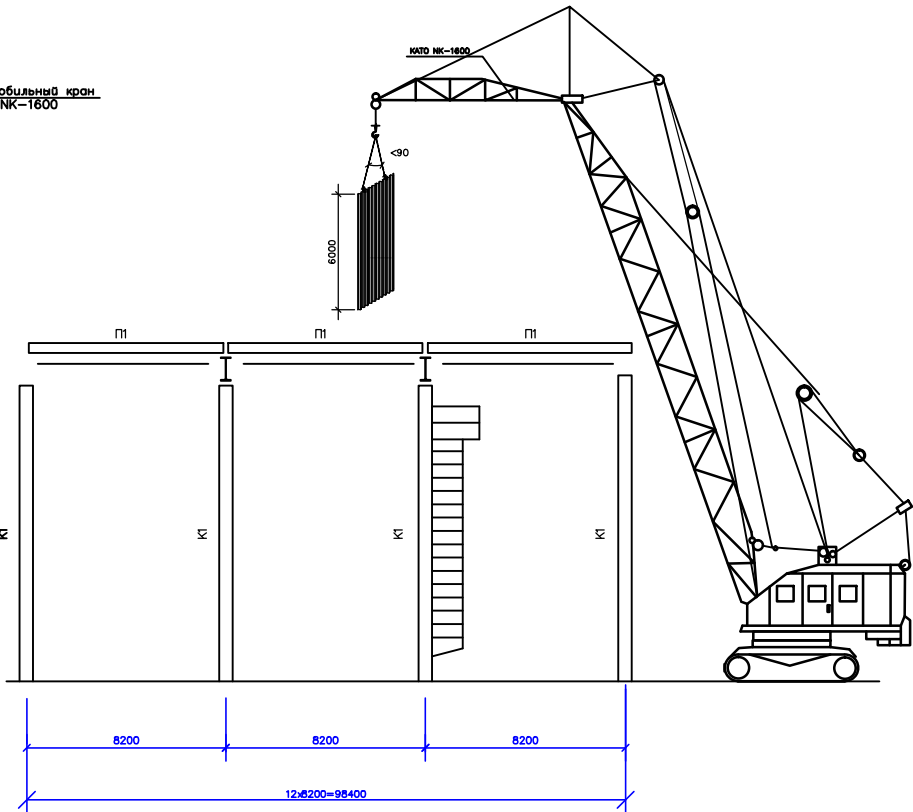


Схема строповки колонны

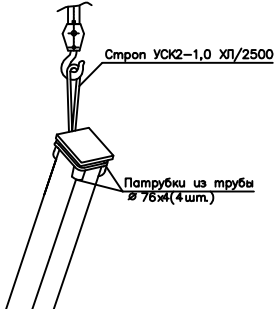


Схема строповки балки

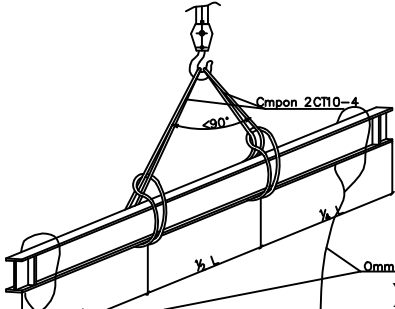


Схема строповки прогона

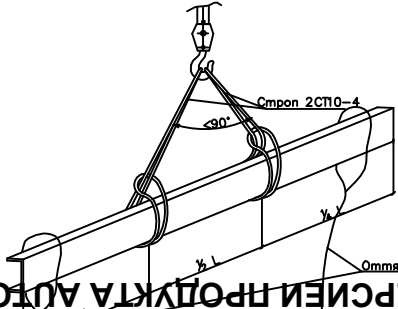
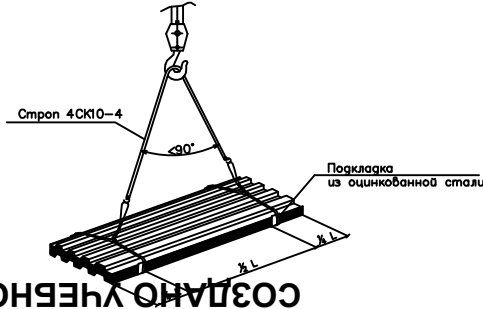
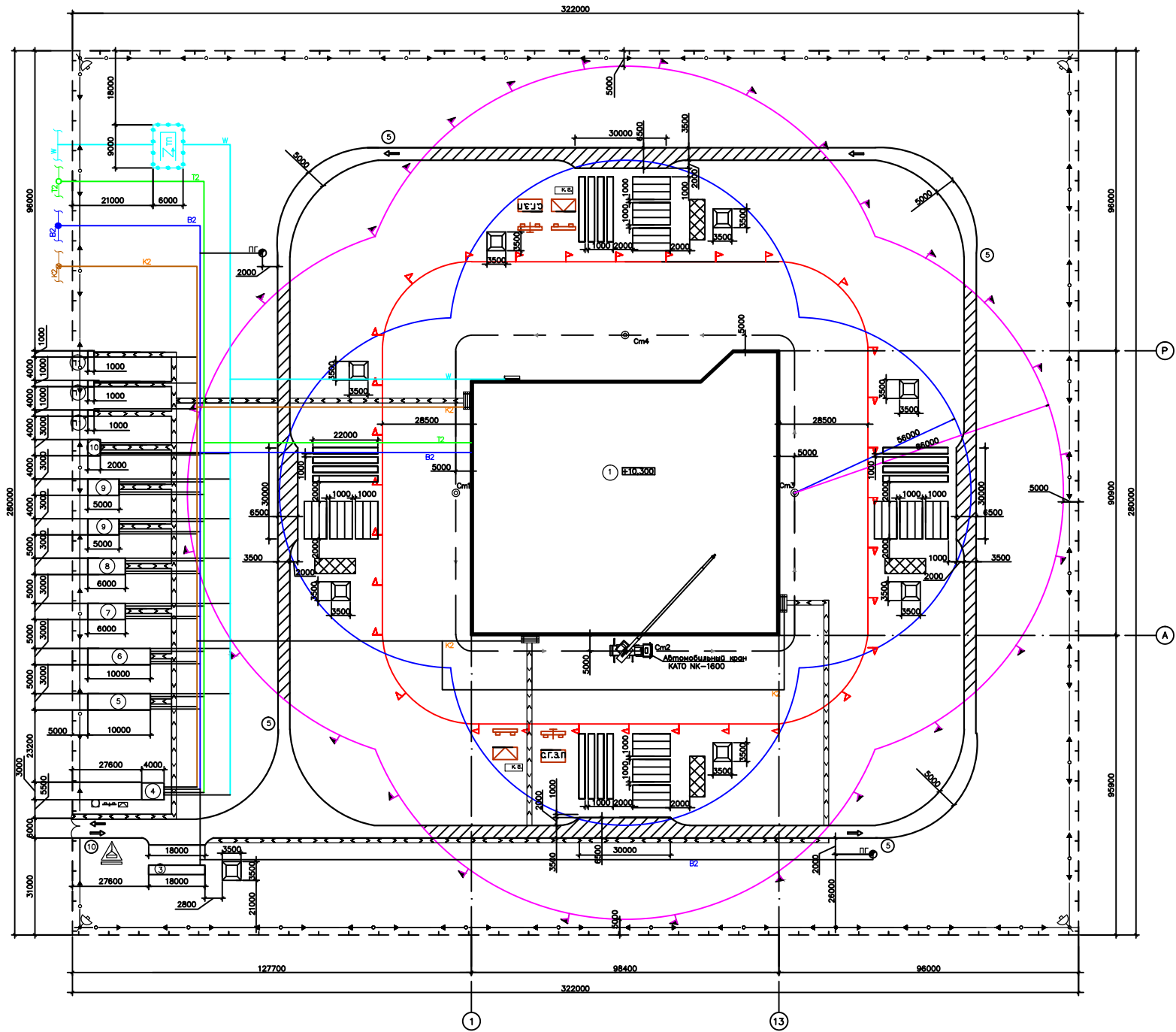


Схема строповки профнастила



БР-08.03.01.00.01 ТК					
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Полн.	Дата
Разработчик	Исполнитель	АВ			
			Страница	Лист	Листов

Строительный генеральный план на возведение надземной части здания



Условные обозначения

	Линия границы монтажной зоны
	Зона обслуживания краном
	Линия границы опасной зоны работы крана
	Направление движения автотранспорта
	Участок дороги в опасной зоне крана
	Временное сооружение, бытовое помещение
	Возводимое здание
	Ограждение строительной площадки без козырька
	Временная пешеходная дорога
	Ворота
	Знак ограничения скорости на повороте
	Знак ограничения скорости на прямом участке
	Знак, предупреждающий о работе крана, с поясняющей надписью
	Прожекторная вышка
	Временная воздушная ЛЭП
	Трансформаторная подстанция
	Постоянная сеть и смотровые колодцы
	Постоянная сеть канализации и колодцы
	Постоянная теплотрасса
	Пожарный гирант
	Навес над входом в здание
	Место хранения грузозахватных приспособлений и тары
	Место для первичных средств пожаротушения
	Стенд со схемами стропки и таблицей масс грузов
	Мусоросборник
	Шкаф электропитания крана
	Септик

Технико- экономические показатели

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Протяженность временных дорог	км	0,72
Протяженность инженерных коммуникаций	км	3,54
Протяженность ограждения строительной площадки	м	651,70
Общая площадь строительной площадки	м2	28817,43
Площадь возводимых постоянных зданий и сооружений	м2	1522,8
Площадь временных зданий и складов	м2	698,34
% использования строительной площадки	%	53,45

Экспликация зданий и сооружений

Наименование	Объем		Размеры в плане, мм	Тип, марка или краткое описание
	Ед. изм.	Кол-во		
1. Возводимое здание	шт.	1	98400 x 90900	
3. Пункт мойки колес	шт.	1	18000 x 3000	
4. КПП	шт.	2	3000 x 4000	Инвентарное
5. Проробская	шт.	1	10000 x 3000	Инвентарное
6. Гардеробная	шт.	1	10000 x 3000	Инвентарное
7. Столовая	шт.	1	6000 x 3000	Инвентарное
8. Сушильная	шт.	1	6000 x 3000	Инвентарное
9. Душевая	шт.	2	5000 x 3000	Инвентарное
10. Умывальная	шт.	1	2000 x 3000	Инвентарное
11. Туалет	шт.	3	1000 x 1000	Инвентарное

				БР-08.03.01.00.01 ОС		
				ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"		
				Инженерно- строительный институт		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Парг.	Лист	
Разработчик	Исполнитель	АВ			Страница	Лист

ВВЕДЕНИЕ

Строительство является одной из наиболее важных отраслей материального производства в Российской Федерации. Большое значение строительное производство имеет и в социальной сфере.

Город Калуга постепенно увеличивает демографический, экономический, инвестиционный и научный потенциал. В городе активнее развивается строительная индустрия и образование, на что и направлена политика города.

Основная цель проектирования торгового комплекса - обеспечить удобность и привлекательность покупателям.

Первым этапом технологического проектирования торгового комплекса является зонирование площадей.

Вторым этапом определение площади, необходимой для служебных целей- подсобных помещений, мест для приёмки товара, служебных кабинетов и.т.д.

Исходя из всего вышесказанного, была выбрана тема выпускной квалификационной работы «Многофункциональный торговый комплекс г.Калуга Калужской области».

Выпускная квалификационная работа выполнена в соответствии с действующими нормами и правилами градостроительства. Технические решения, принятые в данном проекте, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных норм и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта.

Работа содержит 6 основных разделов (архитектурно-строительный, расчётно – конструктивный, в том числе проектирование фундаментов, технология и организация строительного производства, экономика строительства).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа на тему «Многофункциональный торговый комплекс г.Калуга Калужской области» разработана в соответствии с заданием на дипломное проектирование. В процессе её выполнения было проработано и обосновано объемно-планировочное решение здания. Исходя из условий энергосбережения подсчитано требуемое сопротивление наружных ограждающих конструкций.

В расчетно – конструктивной части были рассчитаны балка покрытия и прогон покрытия. Было выполнено сравнение столбчатого и свайного фундамента.

Разработаны объектный строительный генеральный план и технологическая карта на монтаж металлического каркаса здания

В квалификационной работе разработаны мероприятия по обеспечению соблюдения всех требований охраны труда и техники безопасности в соответствии с нормативными документами.

В экономической части работы был составлен локальный сметный расчет на монтаж металлического каркаса здания и определена стоимость возведения объекта строительства по НЦС.

Выпускная квалификационная работа разработана на основании действующих нормативных документов, справочной и учебной литературы.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Архитектурно – строительный раздел.....	6
1.1 Характеристика объекта строительства.....	7
1.2 Климатическая характеристика места строительства.....	7
1.3 Объемно – планировочное решение.....	8
1.4 Теплотехнический расчет.....	9
1.4.1 Теплотехнический расчет стены.....	9
1.4.2 Теплотехнический расчет стены.....	12
2 Расчетно – конструктивный раздел	14
2.1 Конструктивное решение каркаса здания.....	15
2.2 Расчет прогона покрытия П2.....	16
2.2.1 Исходные данные.....	16
2.2.2 Определение нагрузок	17
2.2.3 Определение усилий в элементах прогона.....	18
2.2.4 Подбор сечения стержней прогона.....	20
2.3 Расчет балки покрытия Б3.....	22
2.3.1 Исходные данные.....	22
2.3.2 Определение нагрузок и расчетных усилий в балке	22
2.3.3 Статический расчет балки.....	25
2.3.4 Конструктивный расчет балки.....	26
2.3.5 Проверка общей устойчивости балки.....	27
2.3.6 Проверка местной устойчивости балки.....	28
2.3.7 Проверка жесткости балки.....	28
3 Проектирование фундаментов.....	29
3.1 Оценка инженерно – геологических условий площадки строительства	30
3.2 Расчет фундамента неглубокого заложения.....	34
3.2.1 Определение глубины заложения фундамента.....	34
3.2.2 Определение предварительных размеров подошвы фундамента	34
3.2.3 Определение расчетного сопротивления грунта основания.....	36
3.2.4 Приведение нагрузок к подошве фундамента.....	37
3.2.5 Определение давлений на грунт.....	38
3.2.6 Расчет осадки грунтов основания.....	39
3.2.7 Проверка слабого подстилающего слоя.....	41

					БР – 08.03.01.00.01 ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата				
Разработал	Щагольчина А.В.				Многофункциональный торговый комплекс в г. Калуга Калужской области	Стадия	Лист	Листов
Руководитель	Петухова И.Я.					Р	2	
						СКиУС		
Н. Контроль	Петухова И.Я.							
Зав. кафедрой	Деордиев С.В.							

3.2.8	Конструирование фундамента.....	42
3.2.9	Расчет плитной части фундамента на продавливание колонной	42
3.2.10	Расчет армирования плитной части фундамента.....	45
3.2.11	Подсчет объемов работ и стоимости.....	47
3.3	Проектирование свайного фундамента.....	48
3.3.1	Выбор глубины заложения ростверка и длины свай.....	48
3.3.2	Определение несущей способности свай.....	48
3.3.3	Определение количества свай в фундаменте.....	49
3.3.4	Приведение нагрузок к подошве фундамента.....	50
3.3.5	Определение нагрузок на свай и проверка несущей способности.....	51
3.3.6	Конструирование ростверка.....	52
3.3.7	Расчет на продавливание угловой сваей.....	54
3.3.8	Расчет плиты ростверка на изгиб.....	54
3.3.9	Выбор сваебойного оборудования и расчет отказов.....	56
3.3.10	Подсчет объемов и стоимости.....	57
3.4	Выбор оптимального варианта фундамента.....	58
4	Технология строительного производства.....	57
4.1	Область применения.....	58
4.2	Выбор монтажного крана для возведения каркаса здания.....	58
4.3	Организация и технология выполнения работ.....	60
4.3.1	Подготовительные работы.....	60
4.3.2	Работы по монтажу металлического каркаса здания.....	61
4.3.3	Заключительные работы.....	63
4.4	Требования к качеству работ.....	63
4.5	Потребность в материально – технических ресурсах.....	66
4.6	Техника безопасности и охраны труда.....	66
4.7	Мероприятия по охране труда.....	69
5	Организация строительного производства.....	70
5.1	Проектирование объектного строительного генерального плана на период возведения надземной части здания.....	71
5.2	Определение продолжительности строительства.....	71
5.3	Подбор крана.....	71
5.4	Определение привязок башенного крана.....	72
5.5	Определение зон действия крана.....	73
5.6	Проектирование складского хозяйства.....	74
5.7	Проектирование временных проездов и автодорог.....	75
5.8	Проектирование бытовых городков.....	76
5.9	Водоснабжение строительной площадки.....	78
5.10	Расчет электроснабжения строительной площадки.....	80
5.11	Мероприятия на строительной площадке по технике безопасности, противопожарной безопасности, производственной санитарии, охране окружающей среды.....	82

5.12	Организация службы геодезического и лабораторного контроля.....	85
5.13	Требования, которые должны быть учтены в рабочей документации в связи с принятыми методами возведения строительных конструкций и монтажа оборудования.....	85
6	Экономика строительства.....	87
6.1	Социально – экономическое обоснование реализации проекта строительства	88
6.2	Расчет стоимости возведения объекта строительства по НЦС.....	90
6.2.1	Пояснительная записка к расчету стоимости возведения объекта строительства.....	90
6.2.2	Анализ стоимости возведения объекта по НЦС.....	95
6.3	Определение стоимости работ на монтаж металлического каркаса здания.....	96
6.3.1	Пояснительная записка к локальному сметному расчету на монтаж металлического каркаса здания.....	96
6.3.2	Анализ локального сметного расчета на монтаж металлического каркаса здания.....	96
	Заключение.....	98
	Список использованных источников.....	99
	Приложение А – локальный сметный расчет	

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Градостроительный кодекс РФ 2015. – Введ. 1.04.2015 – 288 с.
2. Федеральный закон Российской Федерации №123 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. – Введ. 22.07.2008 – ГД ФС РФ, 2008. – 87 с.
3. Федеральный закон Российской Федерации №384 Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. – Введ. 30.12.2009 – ГД ФС РФ, 2009. – 27 с. (С изменениями от 2.07.2013 согласно ФЗ №183)
4. ГОСТ Р 21.1101-2013 Основные требования к проектной и рабочей документации. – Введ. 11.06.2013 – Москва : ОАО «ЦНС», 2013. – 59 с.
5. ГОСТ Р 54257-2010 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования. – Введ. 23.12.10 – Москва Стандартинформ, 2011. – 20 с. (С изменениями и дополнениями согласно ПП РФ от 26.12.2014 № 1521)
6. СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений. – Введ.01.01.1998. – Москва: Минстрой РФ, 1998. – 25 с.
7. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция – Введ. 20.05.2011 – Москва : НИИСФ РААСН, 2011 – 73 с. (С изменениями и дополнениями согласно ПП РФ от 26.12.2014 № 1521)
8. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция 2013 г. – Введ. 1.06.2013 – Москва : НИИСФ РААСН, 2013 – 81 с.
9. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция – Введ. 7.01.2013 – Москва : НИИСФ РААСН, 2013 – 49 с.
10. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. – Введ. 01.01.2013. – Москва: Минрегион РФ, 2011. – 82 с. (С изменениями и дополнениями согласно ПП РФ от 26.12.2014 № 1521)

11. ГОСТ 30674-99 Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия. – Введ. 01.01.2001. – Москва: Стандартинформ, 2001. – 26 с.
12. ГОСТ 30970-2002 Блоки дверные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия. – Введ. 2.12.1999. – Москва: Госстрой России, 2001. – 35 с.
13. ГОСТ 6629-88 Двери деревянные внутренние для жилых и общественных зданий. Типы и конструкция. – Введ. 31.12.1987. – Москва: Госстрой России, 2001. – 17 с.
14. СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Организация учета и хранения документов. – Введ. 9.01.2014. – Красноярск : ИПК СФУ, 2014. – 60 с.
15. СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения/ Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2004. 75 с.
16. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия, актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*, Москва, 2011 г.
17. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. – М.; 2011. 67 с.
18. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – М., 2011. 86 с.
19. Проектирование свайных фундаментов из забивных свай: Методические указания к курсовому и дипломному проектированию / сост. Козаков Ю.Н., Шишканов Г.Ф. – Красноярск: КрасГАСА, 2003. 54 с.
20. Проектирование фундаментов в особых условиях: Методические указания к дипломному проектированию / сост. Козаков Ю.Н. – Красноярск, 2004. 72 с.
21. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты МДС 12-29.2006. / М.: ЦНИИОМТП, 2007.

22. СН 509-78. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений / ЦИТП Госстроя СССР, - М., 1978. – 62 с.
23. ЕНиР: Комплект / Госстрой СССР – М.: Стройиздат, 1987.
24. Каталог схем строповок конструкций зданий и сооружений территориальных каталогов ТК-1-1.88 и ТК-1-2 и строительных материалов в контейнерах / М.: МК ТОСП, 2002. -58с.
25. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой СССР
26. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие для студентов строит. вузов / С.К. Хамзин [и др.] – М.: ООО «Бастет», 2007. -216с.
27. Технология строительных процессов: учебник для строительных вузов в 2ч. Ч.1 / В.И. Теличенко [и др.] – М.: Высшая школа, 2005. – 392с.
28. Технология строительных процессов: учебник для строительных вузов в 2ч. Ч.2/ В.И. Теличенко [и др.] – М.: Высшая школа, 2005. – 392с.
29. Справочник строителя. Строительная техника, конструкции и технологии / Ф. Хансйорг [и др.]; под ред. А.К. Соловьева – М.: Техносфера, 2008. – 856с.
30. Монтаж строительных конструкций, зданий и сооружений: учебное пособие / Р.А. Гребенник [и др.] – М.: АСВ, 2009. – 312с.
31. Технология строительных процессов и возведения зданий. Современные прогрессивнее методы: учебное пособие для студентов строит. вузов / Ю.А. Вильман. – 2-е изд., доп. И перераб.. – М: АСВ, 2008. – 336с.
32. Организация строительного производства / Учеб. для строит. Вузов / Л.Г.Дикман. – М.:Издательство АСВ, 2002. - 512
33. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная версия СНиП 12-01-2004. Москва, Росстрой, 2004.

34. РД-11-06-2007. Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ.
35. СНиП 1.04.03-85* Ч.2. Нормы продолжительности строительства и заделов в строительстве предприятий, зданий и сооружений.
36. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве: в 2ч. Ч.1. Общие требования. – Взамен СНиП 12-03-99; введ. 2001-09-01. – М.: Книга-сервис, 2003 – 64 стр.
37. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве: в 2ч. Ч.2. Строительное производство. – Взамен разд. 8–18 СНиП III-4-80*; введ. 2001-09-01; - М.: Книга-сервис, 2003 – 62 стр.
38. Градостроительный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 29.12.2004 г № 1909-ФЗ. - М.: Юрайт – Издат. 2006. – 83 с.
39. Организационно-технологическая документация в строительстве: учебно-методическое пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования [Текст] / сост. И.И. Терехова, Л.Н. Панасенко, Н.Ю. Клиндух. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 40 с.
40. СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений./Госстрой Россиию – М.: ГУП ЦПП, 1998. 14 с.
41. Инженерные решения по охране труда в строительстве: справочник/ под ред. Г.Г.Орлова. – М.: Стройиздат, 1985. 278 с.
42. Правила пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ. – М.: Стройиздат, 1995. 48 с.
43. Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. N 87 «Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»
44. МДС 81-35.2004. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. – Введ. 2004-03-09. – М.: Госстрой России 2004.

45. МДС 81-33.2004. Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. – Введ. 2004-01-12. – М.: Госстрой России 2004.

46. МДС 81-25.2001. Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве. – Введ. 2001-02-28. – М.: Госстрой России 2001.

47. Либерман, И.А. Проектно-сметное дело и себестоимость строительства./ И.А. Либерман. – М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д.: Изд. центр «МарТ», 2008.

48. Новиков, В.П. Сметные программы в строительстве./ В.П. Новиков. – СПб.: Питер, 2007.

49. Экономика отрасли (строительство): конспект лекций [Текст] / сост. Саенко И.А. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2009.

50. Экономика отрасли (строительство): методические указания к выполнению курсовой работы [Текст] / сост. Саенко И.А., Крелина Е.В., Дмитриева Н.О. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012.

51. ТУ 5774-003-00287852-99. «Материал рулонный кровельный и гидроизоляционный наплавляемый битумно-полимерный водостойкий. Техноэласт. Технические условия»/ введен с 10.04.1999 г. – 15 (А4) с.

52. СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»/ введен 05.01.2009 г. – М.